

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

---

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БЕРНШТЕЙН-КОГАН С. В., ВЕЙС А. Л.,  
ВИЛЬЯМС В. Р., ВОЛЬФСОН М. Б., ГУБКИН И. М., ДОЛ-  
ГОВ 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 ТРЕТИЙ  
БУМАЖНЫЙ БРАК  
ВОДОРОДА ПЕРЕКИСЬ



---

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»  
МОСКВА ♦ 1928

Издание осуществляется Акционерным Об-вом «Советская Энциклопедия» при Коммунистической Академии ЦИК СССР, пайщиками которого состоят: Государственное Издательство, Изд-во Коммунистической Академии, Изд-во «Вопросы Труда», Изд-во «Работник Просвещения», Изд-во Н. К. Рабоче-Крестьянской Инспекции СССР, Изд-во «Известия ЦИК СССР», Изд-во «Правда», Акционерное Об-во «Международная Книга», Государственный Банк СССР, Торгово-Промышленный Банк СССР, Госстрах СССР, Электробанк, Промиздат ВСНХ, Центробумтрест, Центросоюз, Внешторгбанк СССР, Госпромцветмет, Всесоюзный Текстильный Синдикат, Анилтрест, Азнефть, Резинотрест, Сахаротрест, Оруд.-Арсен. Трест, Изд-во Охраны Материнства и Младенчества. Председатель Правления Н. Н. Накорянов. Члены: О. Ю. Шмидт, И. Е. Гершензон, А. П. Спунде, Л. И. Стронгин.

ТОМ III Т. Э. ВЫШЕЛ 30 ИЮНЯ 1928 Г.

Адрес редакции Технической Энциклопедии: Москва, Никольская, 6.  
Адрес конторы Акционерного Об-ва: Москва, Волхонка, 14.

16-я типография «Мосполиграф», Москва, Трехпрудный пер., д. 9.  
Главлит № А-5192. Тираж 21000 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. <b>Юрьев Б. Н.,</b> проф.	Дороги и дорожное строительство. <b>Крынин Д. П.,</b> проф.	Резиновое производство. <b>Лурье М. А.,</b> инж.
Автомобильное дело, авиационные и автомобильные двигатели. <b>Брилинг Н. Р.,</b> проф.	Железнодорожное дело. <b>Шухов В. В.,</b> проф.	Сельское хозяйство, с.-х. машины и орудия. <b>Вильяме В. Р.,</b> проф.
Архитектура, строительное дело, городское благоустройство, жилищное строительство, коммунальное хозяйство. <b>Долгов А. Н.,</b> проф. <b>Щусев А. В.,</b> акад. архит. <b>Запороженец И. К.,</b> архит. <b>Красин Г. Б.,</b> инж.	Кожевенное дело. <b>Поварнин Г. Г.,</b> проф.	Сопrotивление материалов. <b>Бобарыков И. И.,</b> проф.
Астрономия. <b>Михайлов А. А.,</b> проф.	Красящие вещества, крашение и ситцепечатание. <b>Порай-Кошниц А. Е.,</b> проф.	Текстильное дело и технология волокнистых веществ. <b>Линде В. В.,</b> проф.
Бумажное производство. <b>Жеребов Л. П.,</b> проф.	Лесоводство. <b>Кобранов Н. П.,</b> проф.	Теплотехника, термодинамика, энергетика. <b>Кириичев М. В.,</b> проф. <b>Рамзин Л. К.,</b> проф.
Военная и морская техника, судостроение. <b>Боклевский К. П.,</b> проф.	Математика. <b>Каган В. Ф.,</b> проф.	Техника освещения. <b>Лапиров-Скобло М. Я.,</b> инж.
<b>Михайлов В. С.,</b> инж. <b>Фишман Я. М.</b>	Материаловедение. <b>Флоренский П. А.,</b> проф.	Технология и производство взрывчатых веществ. <b>Ипатьев В. Н.,</b> акад.
Геодезия (вышшая и низшая). <b>Орлов П. М.,</b> проф. <b>Кочулов П. Ф.,</b> проф.	Металлургия черных и цветных металлов. <b>Павлов М. А.,</b> проф. <b>Евангулов М. Г.,</b> проф.	Технология дерева. <b>Дешевой М. А.,</b> проф. <b>Квятковский М. Ф.,</b> проф.
Гидротехника, гидравлика. <b>Эссен А. М.,</b> инж.	Механика прикладная и теория механизмов. <b>Малышев А. П.,</b> проф. <b>Радциг А. А.,</b> проф.	Технология и обработка металлов. <b>Чарновский Н. Ф.,</b> проф.
Двигатели внутреннего сгорания. <b>Гиттис В. Ю.,</b> проф. <b>Мартенс Л. К.,</b> инж.	Механика строительная и графостатика. <b>Прокофьев И. П.,</b> проф.	Технология строительных материалов. <b>Эвальд В. В.,</b> проф. <b>Лахтин Н. К.,</b> проф.
Детали машин и подъемные механизмы. <b>Холмогоров И. М.,</b> проф.	Механика теоретическая. <b>Япнов А. И.,</b> проф.	Технология углеводородов, винокурение, пивоварение. <b>Тищенко И. А.,</b> проф.
Добывающая промышленность и горное дело. <b>Губкин И. М.,</b> проф.	Мосты. <b>Передерий Г. П.,</b> проф.	Физика. <b>Иоффе А. Ф.,</b> акад. <b>Лебединский В. К.,</b> проф.
а) Геология и минералогия. <b>Федоровский Н. М.,</b> проф.	Мукомольное дело, мельницы и элеваторы. <b>Накуто М. М.,</b> проф. <b>Козьмин П. А.,</b> проф.	Химическая промышленность. <b>Шенин С. Д.,</b> инж.
б) Драгоценные камни. <b>Ферсман А. Е.,</b> акад.	Организация производства, стандартизация. <b>Керженцев П. М.</b>	Химия (органическая, неорганическая, физическая химия и химическая технология). <b>Бах А. Н.,</b> проф.
в) Каменный уголь. <b>Терпигоров А. М.,</b> проф.	<b>Шпильрейн И. Н.,</b> проф.	Холодильное дело. <b>Рязанцев А. В.,</b> проф.
г) Нефть. <b>Губкин И. М.,</b> проф.	<b>Бурдянский И. М.,</b> инж.	Экономика. <b>Вольфсон М. Б.,</b> проф.
д) Руда металлическая. <b>Таубе Е. А.,</b> проф.	<b>Ноя Ф. Г.,</b> инж.	<b>Гинзбург А. М.</b>
е) Силикатная промышленность. <b>Швецов Б. С.,</b> проф.	<b>Высочанский Н. Г.,</b> инж.	Электротехника. <b>Осадчий П. С.,</b> проф.
ж) Торф. <b>Радченко И. И.</b>	Паровые котлы и машины. <b>Саттель Э. А.,</b> инж.	<b>Юрьев М. Ю.,</b> проф.
	Полиграфическая промышленность. <b>Вольфсон М. Б.,</b> проф. <b>Михайлов С. М.</b>	<b>Шпильрейн Я. Н.,</b> проф.
	Промышленная гигиена и техника безопасности. <b>Каплун С. И.,</b> проф.	<b>Шенфер К. И.,</b> проф.
	Радиотехника. <b>Баженов В. И.,</b> проф.	<b>Кулебакин В. С.,</b> проф.

## СОРЕДАКТОРЫ И НАУЧНЫЕ СОТРУДНИКИ РЕДАКЦИИ

Соредакторы: по химии — **Беркенгейм Б. М.,** проф., и **Медведев С. С.**; 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.; **Троянский П. П.;** **Флоренский П. А.,** проф.; **Шпирин Б. Э.,** инж.; **Эрвальд К. А.,** инж.  
Пом. Зав. Изд. Частью и Зав. Иллюстр. Частью: **Бекнев С. А.,** инж.; Зав. Художеств.-Технич. Частью: **Л. Р. Варшавский;** Зав. Комплектованием: **Сеник А. М.;** Тех. Ред.: **Гришинский А. С.,** **Гришинский В. С.,** **Говсеев Ю. А.,** **Никаноров В. М.;** Тех. Ред. при тиснографии: **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).
μм	миллимикроны (0,001 μ).
μм	микромикрон (0,000001 μ).
км <sup>2</sup>	квадратные километры.
га	гектары (квадратные гектометры).
а	ары (квадратные декаметры).
м <sup>2</sup>	квадратные метры.
м <sup>3</sup>	кубические метры.
дм <sup>3</sup>	» дециметры.
см <sup>3</sup>	» сантиметры.
мм <sup>3</sup>	» 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	сантилитры (0,01 л).
мл	миллилитры (0,001 л).
тм	тоннометры.
кгм	килограммометры.
т/м <sup>2</sup>	тонны на кв. метр.
кг/см <sup>2</sup>	килограммы на кв. сантиметр.
м/сек	метры в секунду.
п. м	погонные метры.
рег. т	регистрационные 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.
sec	секанс.
cos	косинус.
ctg	котангенс.
csc	косеканс.
arc sin	арксинус.
arc tg	арктангенс.
sh	гиперболический синус.

ch	гиперболическ. косинус.
th	» тангенс.
∅	диаметр.
e	основание натуральных логарифмов.
lg	логарифм десятичный.
ln	логарифм натуральный.
lim	предел.
Const	постоянная величина.
∑	сумма.
∫	интеграл.
~	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.
μΩ	микроом.
C	кулон.
VC	вольт-кулон.
H	генри.
J	джоуль.
F	фарада.
μF	микрофарада.
Å	ангстрем.
D	дина.
Cal	калория большая.
cal	» малая.
HP	лошадиная сила.
lm	люмен.
lx	люкс.
m	миург.

## б) Величины.

t°	температура обыкновен.
T°	» абсолютная.
t° <sub>кип.</sub>	температура кипения.
t° <sub>пл.</sub>	» плавления.
t° <sub>заст.</sub>	» застывания.
t° <sub>отв.</sub>	» отвердевания.
t° <sub>крит.</sub>	» 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 <sub>Br</sub>	твердость по Бринелю.
A <sub>c1</sub> , A <sub>c2</sub> , A <sub>c3</sub>	} критич. точки
A <sub>r1</sub> , A <sub>r2</sub> , A <sub>r3</sub>	
g	ускорение силы тяжести
l	длина.
m	масса.
D <sub>2</sub> <sup>t</sup>	уд. в. при t° по отношению к воде при t°.
[α]	угол вращения плоскости поляризации.
C <sub>H</sub> ; [H <sup>+</sup> ]	концентрация водородных ионов.
pH; P <sub>H</sub>	водородн. показатель.

## IV. Основные сокращения.

фт.	—футы.
дм.	—дюймы.
об/м.	—обороты в минуту.
п-вс.	—пудоверы.
п-фт.	—пудофуты.
фт/сек.	—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.
сек.	—секунды.
°Bé	—градусы Боме.
°Э.	—градусы Энглера.
t°	—температура по 100°-ной шкале (C).
t P.	—температура по Реомюру.
t°Ф.	—температура по Фаренгейту.
В табличных заголовках: °C или °Ц., °P., °Ф.	
аб-с	(в библиографии при начальном годе ссылки на журнал).
абс. ед.	—абсолютная единица.
ат. в.	—атомный вес.
Aufl.	—Auflage.
V.	—Band, Bände.

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

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

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

- «B»—Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.
- BAMAG—Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Dessau.
- BASF—Badische Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a/R.
- Bayer—Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co, Köln a/R.
- «B. u. E.»—Beton und Eisen, Berlin.
- «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 Institution 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.
- «MuM»—Wochenschrift für die gesamte Mülerei und Mühlenbau-Industrie, München.
- «M. Sc.»—Moniteur Scientifique du Docteur Quesneville, Paris.
- NDI—Normenausschuss der Deutschen Industrie.
- «RGE»—Revue Générale de l'Électricité, Paris.
- «RM»—Revue de Métallurgie, Paris.
- «PeKa»—Fachblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.
- «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.
- «Z. d. VDI»—Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin.
- «WeTeZ»—Westdeutsche Textil-Zeitung, Elberfeld.
- «ZFM»—Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, München.
- «Z. ang. Ch.»—Zeitschrift für angewandte Chemie, Berlin.

---

*В третьем томе Т. Э. помещены: 827 иллюстраций в тексте, две карты (в красках) к статьям: «Виноградарство», «Виноделие» и «Винокурение», одна карта (в тексте) к статье «Вода» и четыре вкладки к статьям: «Быстрорежущая сталь»—1, «Вагонные колеса»—1 (двойная) и «Вальцовый станок»—2.*

**БУМАЖНЫЙ БРАК.** При производстве бумаги следует различать двоякого рода Б. б.: 1) свой, или оборотный, Б. б., неизбежно получающийся на самих бумажных фабриках в процессе производства, и 2) поступающую на бумажные фабрики в качестве сырья старую, использованную по своему прямому назначению бумагу, которая также называется Б. б. (или макулатурой или бумажными обрезками).

1. Свой, или оборотный, Б. б. получается: 1) при выработке бумаги на бумагоделательных машинах — в виде мокрого Б. б. (на мокрых прессах) и в виде срывов (на сушильных цилиндрах, глере и накатном станке); 2) при отделке бумаги — в виде сухого машинного Б. б. (на каландрах, перемотных станках и саморезках); 3) в виде паккамерного Б. б. — при сортировке бумаги в паккамере. Обрезки, получающиеся в процессе выработки и отделки бумаги, обычно также относятся к бумажному браку. Количество Б. б., получающегося в различных стадиях производства, зависит от сорта вырабатываемой бумаги, состояния машин и станков, опытности и внимательности обслуживающего персонала, постановки техническ. надзора и пр. Точно нормировать количество Б. б. трудно; в среднем можно считать, что на новых, совершенных бумагоделательных машинах мокрого и сухого Б. б. и срывов не должно получаться больше 0,5—1%, а на машинах, уже проработавших ряд лет, 1—1,5%. Количество получающегося машинного и паккамерного Б. б. колеблется при обычных сортах бумаги в пределах от 3 до 10%: на фабриках газетной ротационной бумаги можно считать как норму 3%; на ф-ках низких сортов печатной бумаги (с отделкой) нормальным количеством Б. б. считают 5—6%; на фабриках, вырабатывающих различные сорта ниже среднего и средние небеленые бумаги, 6,5—8%; на средних сортах полубелых бумаг 7,5—9%; на высоких сортах бумаги (белых целлюлозных и частично тряпичных) 8,5—10%.

Большее количество Б. б. при выработке высших сортов бумаги получается гл. обр. за счет паккамерного Б. б. При изготовлении писчих сложенных и обрезных бумаг

количество Б. б. увеличивается примерно на 5,5% (обрез от стопы). При изготовлении ротационной ролевой некаландрированной бумаги нормальный выход Б. б. процента на 2 ниже, чем при изготовлении листовых бумаг. При выработке некоторых специальных сортов бумаги количество Б. б. больше; так, напр., по данным одной из наших ф-к, при выработке папиросных бобин (филиграна) количество Б. б. составляет: на прессах машины 3,5%, при размотке и резке бумаги 5%, при резке бобин 8%, при сортировке 4%, а всего при перечисленных операциях 20,5%. Следует оговориться, что приводимые цифры являются лишь примерными, установленными нашей практикой при современном состоянии оборудования. При хорошей постановке дела удается получить и в настоящее время значительно более низкие проценты брака. На устарелых и запущенных фабриках нормы Б. б. бывают еще выше. Для понижения процента Б. б. хорошие результаты дает система нормирования и премирования рабочих. Свой, или оборотный, Б. б. на бумажных фабриках обычно сейчас же снова поступает в производство на переработку. Впрочем, часть паккамерного Б. б. на фабриках более высоких сортов бумаги поступает в виде «брака листового сложенного» в продажу как бумага второго разбора.

Переработка оборотного Б. б. производится довольно примитивно; чаще всего Б. б. размальевывается на бегунах и затем поступает в ролы, а далее обычным путем вместе со свежим волокнистым материалом направляется на бумагоделательную машину. Подача Б. б. к бегунам (см.) и от бегунов к ролам обычно производится вручную, в корзинках или на вагонетках; бегуны при такой системе очень часто помещаются в рольном отделении; взамен бегунов нередко применяют месильные машины или бракомолки (напр. системы Вурстера). На современных ф-ках, в особенности при машинах, работающих с большой скоростью, переработка Б. б. производится более совершенно. Бегуны чаще всего ставят непосредственно у бумажной машины (в нижнем полуэтаже, если машина располагается в 2 полуэтажах); перед обработкой на бегунах Б. б. измельчают на механич. разрывателях. Передвижение

Б. б. механизуется; при этом размолотый в бегунах Б. б. поступает в небольшие мешальные чаны, где размещивается с водой, и далее перекачивается насосами при концентрации в 3—4% в роли или в сборные бассейны. Применяется также пневматическая подача бумажного брака по трубам или подача его ленточными транспортерами и шнеками.

При переработке газетного брака и вообще неклееных бумаг, легко распадающихся на отдельные волокна, вместо бегунов могут применяться роли особой конструкции, располагаемые обычно рядом с бумажной машиной или под ней. Масса из рола спускается в небольшой чан, снабженный мешалкой, из которого перекачивается насосом в рольное отделение. При раздельной зарядке волокнистых материалов, когда только целлюлоза размалывается в ролах, а древесная масса примешивается к ней в смешивающих ролах, масса из Б. б. обрабатывается так же, как древесная масса. Для клееных сортов бумаги непосредственная загрузка в роли сухого Б. б. не рациональна: сухой Б. б. при этом разбивается на кусочки, которые проходят под ножовым барабаном (шаром), не претерпевая дальнейшего измельчения; это понижает качество готовой бумаги и вызывает выход лишнего брака при отливке и отделке бумаги.

II. Старая, использованная бумага (макулатура) поступает на бумажные фабрики извне. При современном уровне потребления бумаги в культурных странах ежегодно накапливается большое количество использованной бумаги, и ее переработка на бумажных фабриках приобретает характер серьезной экономической проблемы, тем более, что стоимость производства бумаги из Б. б. невысока благодаря малому количеству потребной механической энергии и относительной простоте применяемых технологических процессов.

Наиболее полное использование старой бумаги имеет место в Америке. Так, напр., в 1919 г. в Америке на бумажных фабриках было переработано около 1 500 000 т покупного Б. б. на сумму свыше 80 млн. р.; это количество составляет 27,5% от всего количества волокнистого сырья, израсходованного в том же году на выработку бумаги. В СССР Б. б. используется пока в меньшей степени. В 1925/26 г., например, у нас было переработано покупного Б. б. ок. 25 000 т, что составляет примерно 10% от всего переработанного волокнистого сырья. В дореволюционные годы у нас крупные городские заготовители Б. б. сортировывали его на 10—12 сортов, и бумажные фабрики имели возможность закупать определенные сорта Б. б., как это практикуется и сейчас в культурных странах с высоким душевым потреблением бумаги. В настоящее время в СССР сортировка Б. б. заготовителями не производится. Получаемый фабриками бумажный брак подразделяется лишь по источникам его происхождения на четыре главные группы.

А. Брак типографский, издательский и брошировочный; к этой группе относятся типографские обрез-

ки, книги, брошюры, журналы, газеты, летучие объявления, корректуры и т. п.

Б. Брак архивный, как-то: конторские книги, дела и различные документы учреждений, бланки, ж.-д. квитанции, дубликаты и т. д.

В. Брак фабрично-заводский, как-то: брак табачных фабрик, картонажный, переплеты, всякого рода обрезки картона, шпули и т. д.

Г. Сборка—магазинная, канцелярская и городская, собираемая мусорщиками.

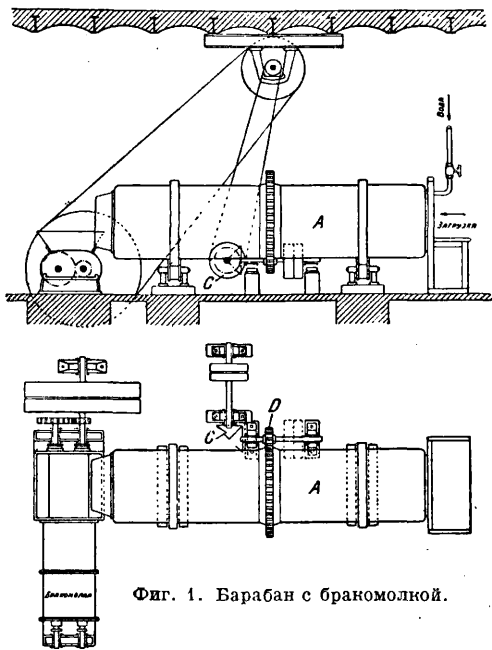
Так как основой такого подразделения сортов служит происхождение Б. б., то в одной и той же партии его встречаются сорта с совершенно различными с точки зрения производства свойствами. Получая сравнительно небольшое количество Б. б., отдельные ф-ки не могут производить рассортировку его на большое число сортов, т. к. неких сортов получилось бы при этом настолько мало, что их переработка была бы нерациональна. Поэтому ф-ки вынуждены разбирать Б. б. лишь на 3-4 сорта и использовать ценность материала не в полной мере. Для большинства наших фабрик Б. б. является материалом второстепенного значения и применяется в качестве добавки в композицию тех или иных сортов бумаги. На тех фабриках, где Б. б. служит основным видом сырья, он обычно идет на выработку одного сорта серой обертки или картона, часто с примесью низших сортов тряпья. Лишь очень немногие ф-ки отсортировывают более высокие сорта Б. б. и используют их на сравнительно более ценные сорта бумаги, как-то: цветные обложечные, цветные для кассовых лент, шпульные и т. п.

Переработка покупного Б. б. сходна с описанной выше переработкой оборотного Б. б.; нормальная схема обработки состоит из: 1) сортировки Б. б., 2) размола его в бегунах или в бракомолке, 3) сортировки молотого Б. б. для удаления посторонних примесей и 4) легкого размола в ролах. Б. б. поступает на фабрики обычно в кипах весом ок. 100 кг. Вес 1 м<sup>3</sup> Б. б. в кипах составляет в среднем 300 кг, поэтому для его хранения требуется много места. Сортировка на наших ф-ках производится на столах. Норма сортировки колеблется в зависимости от качества Б. б. и числа сортов, к-рое принято на фабрике. В среднем одна сортировщица сортирует 130—170 кг в смену. Если на фабрике вырабатывается только один сорт обертки или картона, разбивка на сорта не производится, и сортировщицы лишь удаляют посторонние предметы, металл, отрывают корешки, разрывают книги на части и т. д.

При крупном рационализированном производстве перед размолом на бракомолках целесообразно равномерно пропитать весь Б. б. водой, чтобы облегчить работу размола и сделать массу Б. б. более однородной. Пропитывание водой часто производят в специальных вращающихся барабанах. Такой барабан в комбинации с бракомолкой изображен на фиг. 1. Барабан А вращается от шкива посредством зубчатой передачи С и D. Загрузка бумажного брака и воды на чертеже обозначена стрелками. При выходе

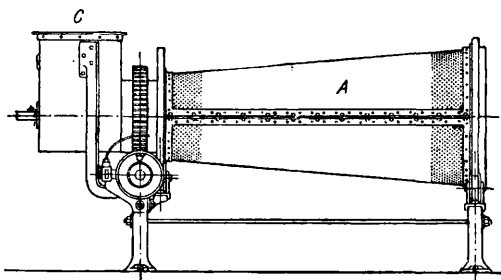


Б. б. из барабана он автоматически поступает в бракомолку. Производительность такого барабана составляет 0,25—0,5 т/ч при расходе силы в 20—35 НР. Длина барабана 4—5 м, диам. 1,25 м. Размолотый в бегунах



Фиг. 1. Барабан с бракомолкой.

или на бракомолках Б. б. рекомендуется отсортировать для удаления посторонних предметов, могущих в нем присутствовать. Эта операция производится на сетчатых барабанных или плоских сортировках. Барабанная конусная сортировка для Б. б. изображена на фиг. 2. Размолотый Б. б. поступает через воронку С в узкую часть конуса А; при вращении барабана он поднимается продольными планками кверху и падает на сетку, которой покрыт барабан; размолотый Б. б. проваливается через сетку, а неразмолотые частицы и крупные посторонние примеси продвигаются к широкому концу барабана и вываливаются из него. При правильном размоле в бегунах



Фиг. 2.

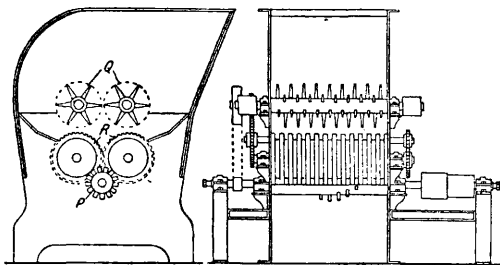
или бракомолках масса, полученная из Б. б., почти не требует обработки в ролах, и нормально время пребывания его в роле не превышает 1 часа. Зарядка рола м. б. значительно гуще, чем при размоле свежего материала, напр. сульфитной целлюлозы.

Масса из Б. б. при одной и той же продолжительности размола и при одинаковых прочих условиях получается более жирной по сравнению с такой же зарядкой, но из свежих волокон, так как волокна в Б. б. по меньшей мере один раз уже подвергались ролевой обработке. Если в композицию бумаги кроме бумажной браки входят и другие волокнистые материалы, то вопрос о способе размола является очень серьезным. В большинстве случаев лучшим способом оказывается раздельный размол свежего волокнистого материала и Б. б. и последующее смешивание масс в смешивающем роле или мешальном чане. Такой способ становится обязательным, если к Б. б. добавляется тряпьё. Если бум. брак в зарядке рола составляет незначительную часть, то часто размол того и другого материала производят в одном роле; при этом свежее волокно размещивается раньше, а Б. б.—в конце размола, когда присадка ножового барабана уже облегчена. Сказанное здесь о размоле покупного Б. б. относится и к размолу оборотного браки.

В С.-А. С. Ш., в отличие от нашей и европ. практики, высокие сорта Б. б. (не содержащие древесной массы) перерабатываются в белые бумаги, низшие же сорта преимущественно идут на выработку картона, кровельных бумаг и т. п. Сущность переработки Б. б. для изготовления белой бумаги заключается в удалении типографской краски; последняя состоит из краски (обычно сажи), смешанной с олифой или лаком. Лак разрушают путем омыления щелочью, а затем краску удаляют механич. обработкой и промывкой. Из реагентов для разрушения краски наиболее широко пользуются кальцинированной содой; в последнее время предложены и другие реагенты, как, напр., раствор мыла. Б. б. доставляется на америк. ф-ки тщательно рассортированным поставщиками; число торговых сортов насчитывается свыше 20. На выработку белых бумаг идет Б. б., не содержащий древесной массы, так как последняя при обработке щелочью темнеет.

Обычный порядок производственных операций, применяемых в Америке при переработке Б. б. на белые бумаги, следующий. Полученный на ф-ке Б. б. еще раз сортируется; при сортировке отделяют цветную бумагу, корешки и бумагу, содержащую древесную массу; для определения последней сортировщицы применяют сернокислый анилин, дающий с древесной массой желтое окрашивание, или флороглюцин, дающий фиолетово-красную окраску. При сортировке на столах средняя норма выработки сортировщицы равна 90 кг Б. б. в час. В последнее время в Америке получила распространение сортировка на транспортерных лентах, двигающихся со скоростью до 20 м в мин. На ленту шириной в 750 мм одновременно подается Б. б. из 7 кип, на каждую кипу приходится по 2 сортировщицы; при такой системе одна работница отсортировывает ок. 140 кг Б. б. в час. После сортировки для освобождения от пыли Б. б. проходит последовательно через два отпылителя, сходных с теми, которые употребляются при обработке тряпья

(см. *Тряпичная полумасса*). На нек-рых ф-ках вместо первого отпылителя ставят измельчитель, разрывающий бумагу на куски величиной в 25—50 см<sup>2</sup>. Один из типов такого измельчителя изображен на фиг. 3. Валы *Q* служат для разрыхления и разрывания Б. б. и для подачи его к двум измельчающим



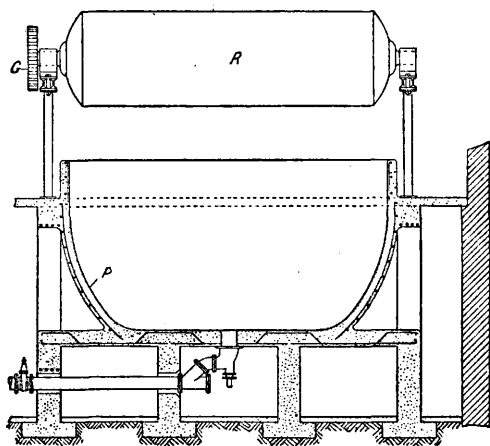
Фиг. 3.

валам *R*; зубчатый вал *P* служит для очистки валов от кусков застрявшего Б. б. Производительность такой машины составляет около 1,2 т книжного брака в час; затрата энергии 6—10 HP. После измельчения и отпыловки Б. б. подвергается варке.

Способов варки существует очень много. Самый старый способ — варка в открытых железных чанах. Чан имеет ложное дырчатое днище и в центре циркуляционную трубу, в которую снизу впускается пар. Обычная емкость одного чана составляет около 20 м<sup>3</sup>. Варка производится с 5,5—7,5%-ным раствором кальцинированной соды; на 1 т Б. б. берется около 3,7 м<sup>3</sup> щелока такой крепости. Варка слабоклееной бумаги длится в открытом чане в среднем 7 ч. Загрузка — ок. 2 ч. При окончании варки помощью особого приспособления ложное днище вместе с вареным Б. б. поднимается почти до верхнего уровня чана, щелок стекает обратно в чан и используется для последующих варок. Потеря соды достигает примерно 30% от взятого количества. Вареный Б. б. сгружается с ложного днища вручную вилами в вагонетки. Описанный способ сопряжен с большой затратой пара и тяжелой работой при разгрузке.

Более совершенным и более распространенным является способ варки во вращающихся закрытых котлах. Загрузка измельченного и отпыленного бум. брака в котел производится чаще всего транспортером через загрузочный люк; на каждый м<sup>3</sup> емкости котла вмещается от 140 до 190 кг Б. б. Количество щелока составляет примерно 3 м<sup>3</sup> на 1 т бумажки. брака. Варка производится прямым паром, подобно варке тряпья в шаровых котлах. Давление пара и продолжительность варки колеблются в очень широких пределах: варка — от 1 до 10 ч. и давление — от 1,6 до 4,5 atm. Затрата щелока — около 9—10% от веса загружаемого в котел Б. б. На фиг. 4 изображен цилиндрич. котел емк. 36,5 м<sup>3</sup> (дл. 7,5 м и диам. 2,5 м) для загрузки 5—7 т Б. б. Котел *R* вращается со скоростью 1 оборота в 2,5 мин. при помощи шестеренной передачи *G*. Под котлом расположен приемный чан *P*, куда автоматически выгружается вареный Б. б.

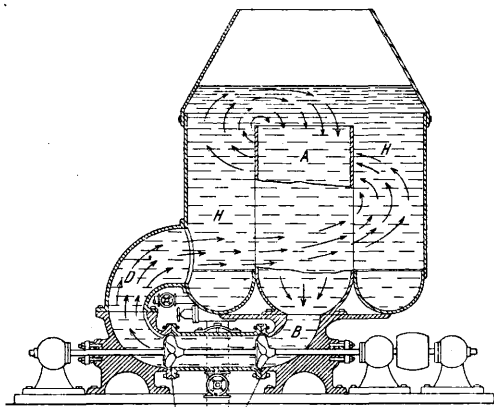
после варки. При подаче вареного Б. б. в промывку волокнистая масса смывается из



Фиг. 4.

приемного чана в расположенный под ним цилиндр с мешалкой и из него перекачивается в промывные ролю.

В последнее время в Америке для варки и разделения Б. б. на волокна нашли применение более сложные аппараты. Один из них, предложенный Уайнстоком (Winestock), изображен на фиг. 5. Внутренняя труба *A* переходит в трубу *B*, в которой вращаются пропеллеры *C* и *C*<sub>1</sub>, делающие около 200 об/м.



Фиг. 5.

Пропеллеры засасывают волокнистую массу через *D* в пространство *H* (движение материала показано стрелками). В аппарате т. о. создается постоянная энергичная циркуляция, благодаря которой Б. б. разбивается на волокна. Загрузка аппарата составляет 400 кг Б. б. Варка производится в течение 50 минут при густоте зарядки 5% и *t*<sup>o</sup> 70—80°. Щелок представляет собою 5%-ный раствор кальцинированной соды. Расход силы достигает 75 HP, расход пара — около 2,7 т на 1 т бумажного брака. Вареная бумажная масса выпускается далее в промывные аппараты.

Кроме трех описанных нами способов варки, в Америке применяется целый ряд

других, более или менее сложных, например варка в закрытых ролах, варка в стационарных котлах с принудительной циркуляцией массы при помощи насосов и др.

Третьей операцией обработки Б. б. на америк. ф-ках является промывка, которая наиболее часто производится в промывных ролах. Применяется и непрерывный способ промывки, при котором установка состоит из мешального чана с черпальным колесом, песочницы, центробежной сортировки и промывного аппарата, состоящего из трех барабанов, из которых каждый работает как сгуститель; сгустенная масса снимается скребком и поступает в чан следующего барабана и т. д. После промывки масса из бум. брака, предназначенная для выработки белых бумаг, отбеливается хлорной известью. Расход хлорной извести для отбеливания Б. б. не велик и составляет для средних сортов Б. б. не больше 2—3%. Концентрация белящего раствора обычно отвечает содержанию 60 г активного хлора на 1 л. Продолжительность отбеливания в среднем 30—45 мин. После отбеливания бумажный брак очищается на очистителях и нередко пропускается через песочницу. В результате всего цикла переработки бумажного брака потери достигают 30 и даже 40%.

Бумажная масса, полученная описанным способом из Б. б., находит применение в Америке для выработки многих сортов бумаги: печатной, писчей, книжной и др., — словом, почти всех сортов бумаги, кроме самых высших, для которых требуется длинное волокно.

*Лит.:* Каулин Т., Переработка бумажного брака, пер. с англ. под ред. и с дополн. А. А. Теснера, М., 1927; Strachan J., Recovery and Remanufacture of Waste Paper, N. Y.

И. Новалевский.

**БУМАЗЕЯ**, хлопчатобумажная ткань, всегда начесанная с одной или с двух сторон. Употребляется для теплого белья и теплых платьев или как подкладка. Сорта очень разнообразны — от тонких до толстых. Расчет толстой Б., «примы»: основа № 32, уток № 3, плотность на 1 дм. основы 52 и утка 32, ширина 69 см.

**БУНЗЕНА ГОРЕЛКА**, газовая горелка, получившая широкое распространение в различных лабораториях. Струя светящего (или иного горючего) газа подводится к горелке по трубке *n*; выходя из отверстия *e*, газ увлекает за собой воздух и смешивается с ним в широкой трубке *m*; у *g* эту смесь зажигают. Отверстия *o* служат для подачи воздуха; открывая и прикрывая их поворачиванием муфты *b*, можно регулировать приток воздуха. Если отверстия не вполне открыты, газ дает т. н. светящееся (коптящее) пламя, состоящее из трех конусов: 1 — в к-ром происходит частичное сгорание газа,

горелку, получается полное сгорание газа, что дает бесцветное (не коптящее) пламя (конус 2 не виден), обладающее более высокой  $t^\circ$  (до 2 300°). Существует много различных конструкций бунзеновской горелки, из которых наилучшими являются горелки Теклю и Мекера.

**БУНЗЕНА ЭЛЕМЕНТ**, см. Гальванические элементы.

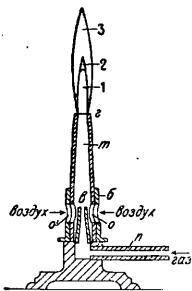
**БУНЗЕНА-РОСКО ЗАКОН** выражает зависимость между силой света и его химич. действием: химич. действие света пропорционально произведению силы света на время его действия. Закон этот установлен Бунзеном и Роско при помощи хлористоводородного актинометра, путем наблюдения над количествами водорода и хлора, вступающими в соединение (с образованием HCl) под влиянием световых лучей. Ими же установлено, что это простое соотношение в действительности усложняется вследствие того, что фотохимическ. действие света постепенно усиливается с продолжением химической реакции (явление фотохимической индукции). См. *Фотохимия*.

**БУНКЕР**, ларь, в котельных — для угля, у шахт и в обогащительном деле — для полезных ископаемых; в некоторых производствах служит для временного хранения материалов.

**БУНТЫ** (бурты, ярусы, кагаты). 1) Длинные кучи, в к-рые временно складывается часть картофеля или свекловицы до поступления их на винокурение и свеклосахарные з-ды. Для предохранения этих продуктов от промерзания Б. прикрывают соломой, а сверху землей; во избежание же согревания и загнивания под Б. устраивается поддувало с вытяжкой, для чего под кучами, слегка углубленными в землю, делают канавки, куда закладывают поленья. Высота бунтов около 2 м, ширина от 2 до 3 м при произвольной длине. 2) В соляном деле бунты носят название кагатов. Добытую соль собирают в гряды, которые имеют форму усеченной пирамиды; в каждом бунте содержится до 1 000 т соли.

**БУНЦАУСКАЯ ПОСУДА** изготавливается в районе г. Бунцлау в Германии из местных глин. Обжиг изделий ведется до сильного спекания, подобно изделиям из каменной массы. Готовые изделия употребляют для варки пищи на умеренном огне. Глина, употребляемая для Б. п., сильно пластична; 60—70% глины смешивают с 40—30% кварцевого песка. Натуральный цвет после обжига глины светложелтый или чисто желтый, и для придания красноватой или буроватой окраски изделия с поверхности покрываются окрашенным в соответственный цвет ангобом или же окрашиваются в черный цвет погружением в разболтанную в воде перекись марганца (пиролюзит). Обжиг производится один раз до  $t^\circ$  спекания черепка. По ангобу изделия кроются глазурью. В зависимости от температуры обжига глазури могут быть свинцовые, полевошпатовые или же глинистые.

Свинцовая глазурь наносится на слабо высушенный (до консистенции кожи) черепок поливанием. Примерные составы такой глазури приведены в табл. на ст. 23.



за, 2 — наиболее яркая часть пламени (раскаленные частички угля) и 3 — самая горячая часть пламени, где происходит окончательное сгорание газа. Если отверстия открыты и воздух свободно проникает в

## Рецепты свинцовой глазури.

Рецепты	Молекулярный состав	Процентный состав
I	0,33 CaO } 0,67 PbO } 1,00 SiO <sub>2</sub>	глетта . . . . . 61,3 мела . . . . . 13,8 кварц. песка 24,9 100,0
II	0,33 CaO } 0,67 PbO } 1,66 SiO <sub>2</sub>	глетта . . . . . 52,6 мела . . . . . 11,9 кварц. песка 35,5 100,0
III	0,25 CaO } 0,75 PbO } 1,75 SiO <sub>2</sub>	глетта . . . . . 56,2 мела . . . . . 8,4 кварц. песка 35,4 100,0

Полевощатровая глазурь может быть составлена подобно глазури зегеровского фарфора, плавящейся при SK 4. Примерные составы такой глазури:

## Рецепты полевощатровой глазури.

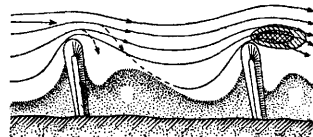
Состав	Число частей		
	I	II	III
Полевого шпата . . . . .	16	15	45—50
Кварц. песка . . . . .	14	10	15
Известк. шпата . . . . .	8	3	—
Каолина . . . . .	—	—	24
Фарфор. черепка . . . . .	2	4	20

Глинистые глазури представляют собой натуральные, легкоплавкие глины с большим содержанием флюсов, плавящиеся при SK 4—5. Эти глазури имеют особенно большое применение при изготовлении Б. п. Глину, употребляемую для глазури, предварительно отмучивают, и полученным жидким шламом покрывают изделия обычными способами. При недостаточном содержании флюсов в глазурной глине легкоплавкость достигается добавлением соды или буры.

Обжиг ведется по возможности в восстановительном пламени, в котором окись железа, содержащаяся в глазури, переходит в закись, что в свою очередь облегчает образование легкоплавкого силиката железа в составе образующейся глазури. Обжиг изделий ведется при непосредственном действии пламени на огнеупорных подставках без капселей. При быстром охлаждении обожженных изделий поверхность их остается черной, при медленном — окраска принимает бурый цвет, характерный для настоящей Б. п. Для получения белой поверхности внутри изделий употребляют белый ангоб примерного состава: 45 ч. полевого шпата, 24 ч. каолина, 10 ч. кварца и 21 ч. фарфорового черепка (зегеровского фарфора). В этом случае внутреннюю сторону изделий покрывают легкоплавкой фарфоровой глазурью примерного состава: 16 ч. полевого шпата, 4 ч. кварца, 8 ч. углекислой извести и 2 ч. фарфорового черепка. Свинцовые и полевощатровые глазури м. б. окрашены введением в их состав различных окрашивающих окислов.

Лит.: Schumacher, Die keram. Tonfabrikate, Weimar, 1884; P u k a l l W., Feinsteinzeug, «Berichte d. deutsch. keram. Ges.», В., 1922, Н. V. П. Философов.

**БУНЫ**, полузапруды, поперечные дамбы (фиг. 1), которые выдвинуты от берега в русло реки на большую или меньшую длину и направлены нормально или под некоторым углом к течению. Концы бун примыкающий к берегу, называется корнем, а противоположный конец, выступающий в реку, называется головой бун. Буны способствуют наращиванию рекою берега там, где это нужно (см. *Регулирование рек*), увеличению средней скорости реки в районе их действия и углублению русла.

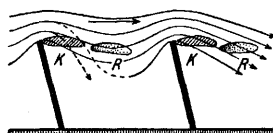


Фиг. 1.

Располагаются Б. на нек-ром расстоянии одна от другой так. обр., чтобы головы их лежали на очертании новой проектируемой береговой линии. После постройки ряда Б. части русла реки между ними начинают заполняться наносами вследствие уменьшения скоростей течения. Чем правильнее будет выбрано расположение бун, тем скорее будет происходить процесс заполнения наносами промежутков между Б. В конечном результате промежутки между Б. заполняются по высоте до самого гребня Б., а в плане — до линии очертания нового берега, проходящей через головы бун; получается новый берег с правильным очертанием в плане. Интенсивность отложения наносов в промежутках между Б. в значительной мере зависит от направления Б. по отношению к течению, высоты их, формы голов, расстояния между бунами, от величины продольного уклона на данном участке реки, свойства русла в отношении рода и количества влекомых рекою наносов, и т. п.

Для выяснения влияния Б., помимо непосредственных наблюдений над действием построенных сооружений в натуре, производились также многочисленные лабораторные исследования (специальные опыты Гагена и Энгельса), в результате к-рых получен материал для определения: а) возвышения гребня Б. по отношению к горизонту воды, б) расположения Б. по отношению к направлению течения и в) расстояния между Б.

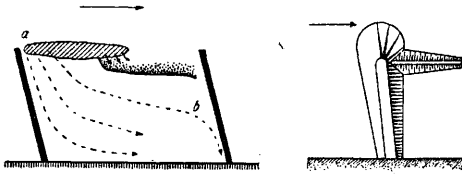
При низких горизонтах, когда нет перелива через гребни Б., у головы Б., несколько ниже ее по течению, образуется вымоина К (фиг. 2). Вымытый грунт складывается



Фиг. 2.

перелив через гребни Б., вымоины у голов начинают расти в связи с увеличением расхода, а следовательно, и энергии потока. Рост этих вымоин м. б. настолько интенсивен, что отдельные вымоины соединяются между собой, и получается сквозной глубокий проток вдоль голов Б. Продукты размыва складываются у верховой стороны Б.

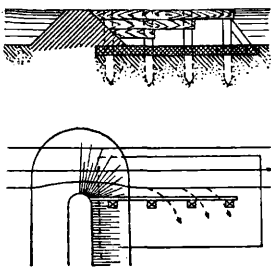
С низовой стороны Б. получают нек-рые размывы вследствие действия переливающейся через гребни Б. воды. При высоких горизонтах, когда Б. затоплены и над гребнями их имеется значительный слой воды, явление перемещения наносов происходит так, как показано на фиг. 3. Здесь пунктирные линии со стрелками на концах показывают направления, по к-рым движутся наносы от головы Б. в пространство между ними. Линия *ab* дает границу отложений наносов в пространстве между Б. при высоких горизонтах. Вымоины, образующиеся ниже голов Б., представляют опасность для устойчивости самих Б., так как при подходе вымоины к голове Б. возможен обвал последней. Для устранения этой опасности укрепляют дно под головами Б. и несколько ниже



Фиг. 3.

Фиг. 4.

фашинным туюфом (см.). Нек-рое ослабление образования вымоин у голов Б. достигается: а) пологостью откосов голов со стороны реки и б) устройством шпор у голов Б. (фиг. 4). Такое устройство несколько затрудняет наносы в пространстве между Б. и замедляет процесс образования нового берега. Это неблагоприятное влияние шпор у голов Б. Макс Мёллер предложил устранить устройство их по фиг. 5: шпора не доходит до дна, и путь для наносов не прегражден. По мере заполнения наносами промежутков между Б. вымоины у голов Б. постепенно исчезают. При применении искусствен. заполнения промежутков между бунами продуктами землечерпания вымоины у голов Б.



Фиг. 5.

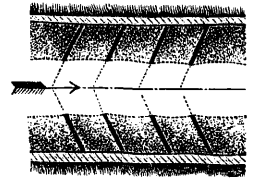
совершенно не образуются, когда заполнение сразу осуществляется полностью, или же появляются незаметно, если заполнение делается только частично. Успешность отложения наносов в промежутках между Б. зависит и от постепенности постройки бун. Если возводить Б. не сразу на полную высоту, а в несколько приемов в течение нескольких лет, то отложение наносов в промежутках между ними происходит успешнее и более равномерно.

Наблюдения и опыты показали, что при расположении Б. наклонно по течению происходит усиленный размыв берега, так как струи воды, переливаясь через гребни бун нормально к их направлению, ударяют в берег. Этого явления не бывает при наклоне Б. в сторону против течения, так как здесь струи воды, переливаясь через гребни Б., направляются не к берегу, а в сторону реки.

При регулиционных работах на реке Мемеле буны располагались под такими углами к направлению течения:

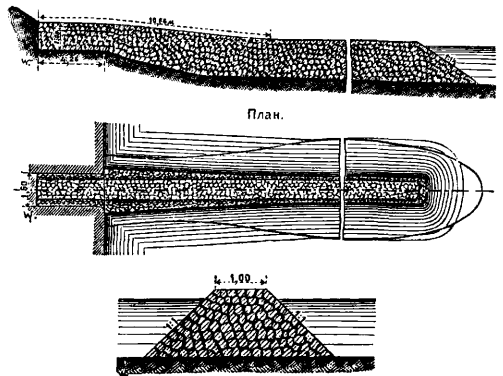
В прямых частях реки	105—100°
На вогнутых участках	100—102°
На выпуклых	90—100°

Если буны устраиваются у обоих берегов реки, то они в прямолинейных участках располагаются попарно одна против другой (фиг. 6) так, чтобы продолжения их осей пересекались на середине нового проектного русла. На криволинейных участках это правило не обязательно. Расстояние между Б. определяется в зависимости от ширины русла, длины самих Б., силы и направления течения и формы русла в плане. У вогнутых берегов расстояния между Б. делаются меньше, чтобы не могло получиться значительного течения в промежутках между ними; эти расстояния делают больше на прямолинейных участках и еще больше у выпуклых берегов. В каждом отдельном случае нужно сообразовываться с имеющимися налицо обстоятельствами. Для небольших рек расстояние между бунами делается равным приблизительно ширине проектного русла. Для более значительных рек расстояние между Б. уменьшается. Так, напр., для Б. на р. Мемеле расстояния принимались около  $\frac{6}{7}$  ширины проектного русла. При коротких Б. расстояние между ними у вогнутых берегов уменьшается примерно вдвое; у выпуклых берегов, где наносы откладываются уже сами по себе, расстояние между бунами можно увеличить вдвое.



Фиг. 6.

Формы и конструкции Б. зависят от тех материалов, какие имеются вблизи места работ. При обилии и дешевизне камня применяют накидную кладку (широко применялась у нас на верховьях р. Дона) (фиг. 7).

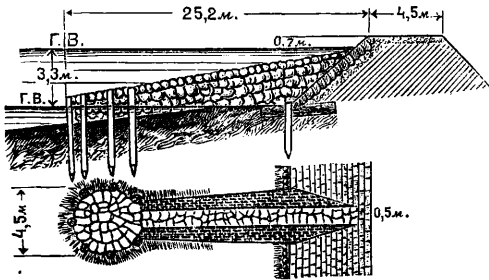


Фиг. 7.

Как видно из рисунка, корень Б. врезывается на 4,26 м в берег; гребень Б. возвышается над горизонтом средней межи на 0,20 м у головы и идет вначале горизонтально, а затем, в 10 м от берега, начинается подъем в 1:10; поперечное сечение бун трапециoidalное, при чем ширина по верху 1,00—1,20 м, откосы одиночные; голова Б.

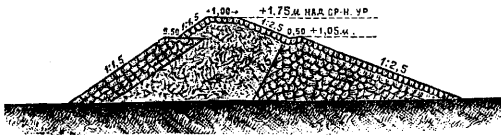
особо не выделяется и только откос ее, обращенный к реке, делается более пологим, а именно 1:1,5. На многих перекатах применяется дешевый местный меловой камень.

На фиг. 8 представлен тип Б. из сухой каменной кладки, применявшийся на р. Роне; здесь голова Б. ясно выражена и состоит



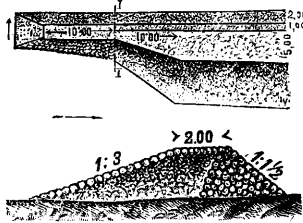
Фиг. 8.

из утолщения, очерченного в плане по кругу; стенки головы вертикальные; для увеличения устойчивости по периметру очертания головы забиты сваи. Там, где камень



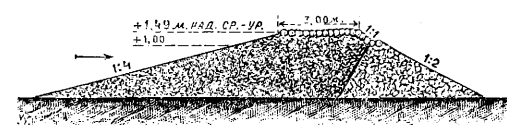
Фиг. 9.

сравнительно дорог и имеется на месте гравий, можно уменьшить потребное количество камня, применяя гравий для образования главной массы Б., а камень—для защиты ее от размыва. На фиг. 9 и 10 показаны применявшиеся на



Фиг. 10.

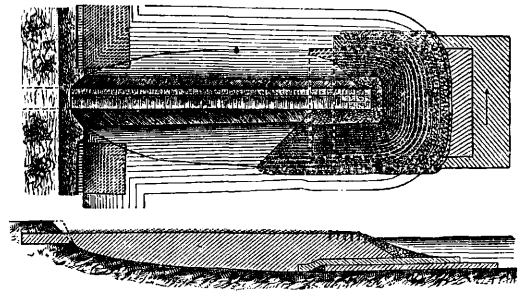
реке Рейне типы бун из гравия и камня; в этих типах бун имеется с низовой стороны каменная призма, к которой присыпается призма из гравия; с верховой стороны и по



Фиг. 11.

верху такие Б. укрепляются каменной сухой кладкой или наброской. На фиг. 12 показана Б. из фашинной кладки, по типу, применявшемуся на р. Висле; здесь под головой Б. положены фашинные туюфяки для защиты от подмыва. На фиг. 13 приведен тип Б. из фашинных туюфяков и фашинной кладки, применявшийся на р. Мемеле. В ос-

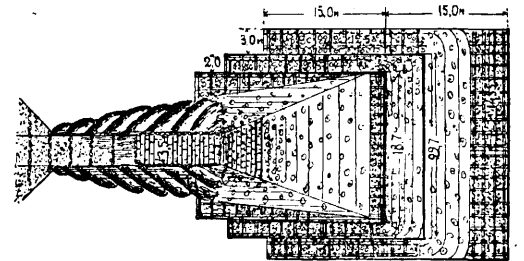
нование головы уложены фашинные туюфяки, а самое тело Б. образовано из фашинной



Фиг. 12.

кладки; гребень Б. укреплен плетнями и мощением; откосы в головной части укреплены каменной отсыпкой.

Кроме указанных тяжелых типов, применяются и легкие типы бун для временных

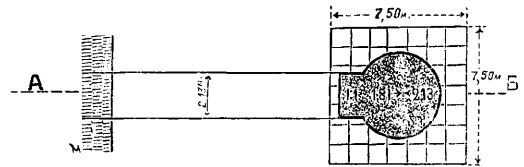


Фиг. 13.

сооружений. В качестве примера, на фиг. 14 показан тип таких Б., применявшийся на р. Днепре. В этом типе бросается в глаза резкая разница между головой Б., солидной и прочной по конструкции, и стержнем Б., остовом сооружения, к-рый лишь после отложения наносов самой рекой получает



ПЛАН



РАЗРЕЗ по АБ

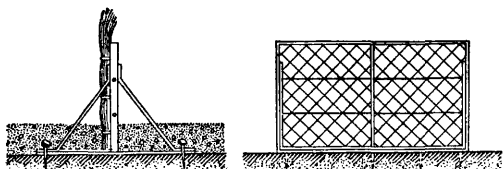


Фиг. 14.

надлежащую устойчивость. Голова Б. состоит из плетня, подковообразного вида в плане, заплетенного по сваям; внутреннее пространство плетня наполнено камнем;

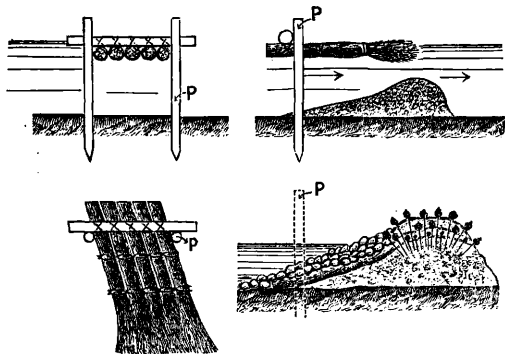
стержень Б. состоит из двух плетней, заплетенных по кольям, забитым в дно реки; расстояние между плетнями делается около 2,0 м. Для предупреждения подмыва головы иногда укладывают под голову буны фашинные тюфяки (фиг. 14), при чем в этом случае сваи и кольца для плетней забивают в дно реки сквозь тюфяк.

Особо следует упомянуть о сквозных Б., т. е. о таких сооружениях, задачей которых является не прекращение, а лишь ослабление течения в тех местах, где желательно вызвать отложение наносов. На фиг. 15 представлен тип таких сооружений, предложенный



Фиг. 15.

Дёллем (Doell). Сквозная Б. состоит из железной рамки (из оцинкованного железа), имеющей достаточно широкое основание. Рамка затянута проволоочной сеткой с крупными клетками (ок. 5 см). Такую же сетку имеет и верховая часть основания, удерживающего вертикальную рамку. Если такую сквозную Б. поставить нормально к течению в потоке, влекущем значительное количество крупных наносов, то они будут складываться перед рамкой, а более мелкие наносы будут откладываться за рамкой. Работа таких сквозных бун была испытана в 1896—1897 гг. на реке Мозеле. В апреле 1896 г. была поставлена нормально к течению такая Б. с сеткой, имеющей отверстия в 5 см. Для предохранения от опрокидывания на подошву буны был насыпан слой гравия в 10 см. Через год, в мае 1897 г., Б. была освидетельствована, при чем оказалось, что отложения впереди и сзади рамки



Фиг. 16.

достигли самого верха при крутизне откосов в 1 : 8. Таким образом действие такой Б. в смысле осаждения наносов оказалось весьма эффективным.

Заслуживает упоминания способ, примененный Вольфом на р. Изаре для осаждения наносов посредством пловучих заграждений; задача заключалась в том, чтобы нарастить правый берег (фиг. 16). Для этого были за-

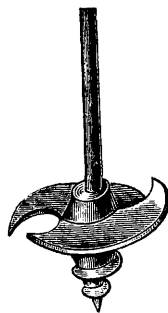
биты парные сваи Р и к ним посредством перекладин были подвешены пловучие хворостяные покрывала. Перекладины вместе с покрывалами могли опускаться, следуя за горизонтом воды. Вследствие сопротивления течению воды, которое оказывали пловучие хворостяные покрывала, происходило уменьшение скоростей под ними и осаждение наносов. Когда отложения достигли значительной высоты (что случилось к осени), пловучие покрывала были опущены и пригружены камнем. Верхняя часть получившегося вала была наращена фашинной кладкой с засыпкой гравием. Сваи Р были срезаны. Описанный пример показывает, что таким же приемом можно в подходящих случаях удешевлять устройство Б.

Лит.: Курс внутр. водных сообщений под ред. проф. К. Акулова, т. 1, М.—Л., 1927; Deutsch S., Der Wasserbau, T. I, Lpz., 1926; Townsend C. M., The Hydraulic Principles Governing River a. Harbor Construction, N. Y., 1922; Engels H., Handbuch d. Wasserbaues, Lpz., 1923. **Н. Акулов.**

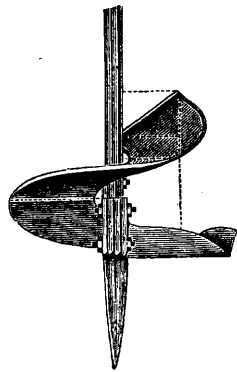
**БУР ТОРФЯНОЙ**, см. *Торфяные машины.*

**БУРА**, см. *Бора соединения.*

**БУРАВ** посадной, Б. земляной — орудие, служащее для изготовления посадных ямок в почве при посадке деревьев, а также

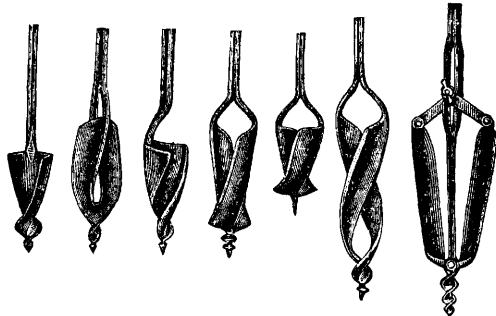


Фиг. 1.



Фиг. 2.

и вообще для приготовления ямок с разнообразными целями, как, напр., для постановки телеграфных столбов, столбов для изгороди и т. п. Б. состоит из железной штанги, на одном конце с рукоятью, а на другом — с налопатником с винтовыми лопастьями, расположенными спирально и по краю

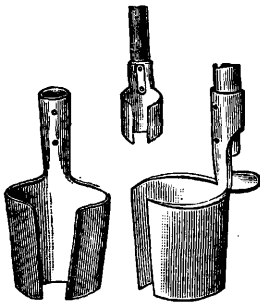


Фиг. 3.

остро отточенными. Из этих Б. отметим: бурав Большена (фиг. 1), бурав Иеронима (фиг. 2) с приспособлениями для срезки

дерна и серию Б.— с различной формы налопатниками — лесничего Н. А. Розанова, приспособленных для работы на почвах различных физических качеств (фиг. 3).

Б. цилиндрический—гогенгеймская лопата Фосса, цилиндр. лопата К. Гейера для производства посадок древесных пород с глыбками земли. Б. состоит (фиг. 4) из деревянного или металлич. стержня с поперечной деревянной

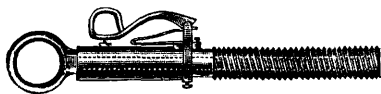


Фиг. 4.

ручкой и железного, имеющего форму опрокинутого усеченного конуса, налопатника с целью со стороны, противоположной месту прикрепления налопатника к стержню, сзади которого имеется железный выступ для регулирования глубины вхождения лопаты в почву. Край одного из прорезов налопатника и нижний конец остро отточен. Размер нижнего диам. налопатника—от 4 до 13 см, верхнего на 0,5—2,5 см больше; высота налопатника равна примерно его диаметру. После погружения лопаты в почву и поворота на 360° из почвы легко вынимается растение с глыбкой земли, которое и вставляется в посадную ямку, делаемую той же лопатой, и плотно прижимается к ее краям.

Лит.: Гейер К., Лесовозращение или производство продуктов леса. хоз., пер. с немецк., стр. 291 и 372, СПб, 1898; Розанов Н. А., Посадка леса и другие вопросы лесокульт. дела, вып. 1—3, Киев, 1913—14; Турский М. К., Лесоводствен. орудия и инструменты, стр. 34, М., 1893. Н. Кобранов.

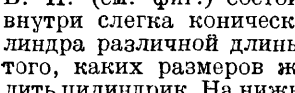
**БУРАВ ВЗРЫВНОЙ**, вспомогательный прибор при раскалывании пней порохом, предназначается для передачи искры порохомому заряду, помещаемому в самом пне или в Б. в. Он состоит из пустотелого металлического цилиндра, с одного конца по



наружной поверхности имеющего винтовую нарезку, а с другого — приспособление для зажигания пороха (бурав взрывной Фриболона—см. фиг.).

Лит.: Вережа П. Н., Опыт лесоводств. терминологич. словаря, СПб, 1898.

**БУРАВ ПРЕССЛЕРА**, прибор для высверливания из дерева, по направлению радиуса, пробных цилиндриков, с целью определения ширины годичн. колец, для установления размеров прироста дерева по толщине и определения его возраста и качества древесины. Б. П. (см. фиг.) состоит из пустотелого, внутри слегка конического, стального цилиндра различной длины в зависимости от того, каких размеров желательнее высверлить цилиндрик. На нижнем конце цилиндра



по наружной поверхности сделана острая винтовая нарезка, заканчивающаяся остро заточенными концами; в этом месте внутренний диам. цилиндра 5—7 мм. На верхнем конце трубка заканчивается четырехгранной головкой с плоскими краями; этим концом цилиндр входит в особую ручку, служащую в то же время и футляром. Для вынимания цилиндриков, находящихся в Б. П. после завинчивания его в дерево, при нем всегда имеется особая стальная пластинка—«ерш», или «игла», с зазубринами на нижнем конце, направленными вверх. В зависимости от того, с какой твердостью древесной породой приходится иметь дело, нижняя часть с винтовой нарезкой подвергается разнообразной закалке. Лучшие приборы изготовляются в Швеции.

Лит.: Орлов М. М., Лесная таксация, 2 издание, Ленинград, 1925.

**БУРАВА**, инструменты для сверления отверстий цилиндрич. формы, состоят из круглого металлич. прута, на заостренном конце к-рого сделана винтообразная или спиральная нарезка. В зависимости от формы, размера и материала, для которого они предназначены, Б. носят разные названия.

1) Буравчик применяется столярами для сверления отверстий небольшого диаметра. Круглый стержень Б. на нижней своей половине расклепан и так завит, что оба продольных заостренных ребра образуют правую нарезку винтового хода, при чем круглое сечение стержня Б. переходит сперва в весьма пологую нарезку, угол наклона режущих кромок которой относительно оси затем быстро увеличивается, в то время как диаметр винта уменьшается и, наконец, оба ребра сходятся на оси стержня в одно острие. Когда буравчик приставлен к дереву острием и при нек-ром надавливании сделано несколько оборотов, то начало винтового хода входит в дерево и тянет за собой буравчик так, что дальше нет необходимости надавливать рукой. Резец действует наподобие ножа и снимает толстую стружку, помещающуюся в пустом пространстве буравчика. При обратном ходе действует второе лезвие и выглаживает отверстие. 2) Буравчик английский имеет в режущей части форму прямого полуцилиндрич. жолоба с острыми ребрами, которые затем переходят в двойной конич. винтовой ход в три или четыре нарезки. 3) Б. ложечный—с поперечным сечением режущей части в виде полукруглого жолоба, прямые ребра которого образуют лезвие. Такие Б.—или одинаковой ширины по всей длине или суживаются к концу, при чем бол. частью на конце снабжаются косым зубцом, позволяющим сверлу углубляться в дерево и без надавливания руками. 4) Б. бочарные—для просверливания в бочках отверстий для шпунтов. 5) Б. винтовые состоят из стальной полосы, свернутой по винту; на рабочем конце имеют резы и небольшой затяжной винт. Различают простые и двойные винтовые Б. в зависимости от того, как завитая полоса. Если полоса навивается на цилиндрич. стержень, то получается простой винтовой Б, имеющий от 4 до 6 оборотов; такой Б. на конце имеет затяжной винт и два заостренных лезвия:



одно—параллельное оси, работающее по окружности отверстия, другое—перпендикулярное, выбирающее дерево со dna отверстия. Двойные Б. получают от свертывания четырехгранной полосы около ее оси; узкие грани полосы образуют винтовые линии, дающие круглый ход двойного винта. Винтовые бурава сверлят легко, и стружки сами поднимаются по винту. 6) *Дрель* (см.). 7) *Коловорот* (см.). 8) *Трещотка* (см.).

О применении Б. см. также *Бурение*, *Бурав* посадной и цилиндрический, *Бурав Пресслера*, *Буры* почвенные.

**БУРАТ**, мельничная машина с вращательным движением рабочих поверхностей для очистки зерна от посторонних примесей посредством просеивания. Первые конструкции Б. были цилиндрические, а затем для удешевления и упрощения конструкции были введены призматические Б. (фиг. 1).

Призматич. Б. представляет собой деревянный шестигранный барабан А, длиной от 1 250 до 3 500 мм, обтянутый проводочными ситами и помещенный в деревян. камеру В: барабан А укреплен на валу б, вращающемся в подшипниках а, находящихся на деревянных крышках камеры В, при чем вал имеет наклон к горизонту от 0,08 до 0,10. Под буратом расположен шнек е, приводимый в действие ременной передачей от вала б; на боковых стенках камеры В имеется несколько отверстий для осмотра, закрываемых сплошными деревянными щитами д или рамами, обтянутыми полотном. Барабан Б. имеет несколько секций, из к-рых ближайшие к месту входа зерна обтягиваются более густыми ситами для просеивания мелких примесей, последняя же секция—ситом с крупными ячейками для прохода зерна. Иногда устраивают Б. без шнека; тогда в них под барабаном делают конусные приемники рассортированного продукта. Цилиндрический Б. отличается от призматического только формой барабана А.

Производительность Б. очень невелика (в 5 раз меньше производительности плоских сит), т. е. только от  $\frac{1}{5}$  до  $\frac{1}{3}$  всей рабочей поверхности сит участвуют в работе. Б. цилиндрические и призматические страдают общим конструктивным недостатком, заключающимся в том, что вследствие уклона вала шкивы и шестерни приходится насаживать в наклонной плоскости; для устранения этого недостатка в некоторых конструкциях вал бурата делают горизонтальным, а подача зерна к выходу осуществляется особыми гонками. Б. применяются также и для просеивания продукта размола, однако на большинстве мельниц они давно уже вытеснены более совершенными машинами и в настоящее время встречаются лишь на старых или на небольших мельницах местного помола, где преимущ. значение имеет дешевизна оборудования; применяемые для этой цели Б. не отличаются от зерновых Б., только сита ставят шелковые соответствующ. номеров.

В виду того, что цилиндрич. и призматич. Б. мало производительны, были предложены конструкции центробежных или центрифугальных Б. двух типов: 1) с неподвижной ситяной обечайкой и вращающимися в ней бичами, расположенными винтообразно или имеющими выступы (лопасти), загнутые по винтовой линии, и 2) с вращающейся ситяной обечайкой и вращающимися в ней по тому же направлению бичами. Первый тип центрифугального Б. не имел распространения. Недостатки его были устранены в конструкции второго типа тем, что просеиваемый в нем продукт попадает прямо на вращающиеся бичи, часть же его, падающая в низ обечайки, поднимается вращающейся ситяной обечайкой и сбрасывается на бичи с нек-рой высоты; последние отбрасывают продукт на ситяную поверхность обечайки, а потому не производят давления на сита, рабочая же поверхность Б. благодаря такой конструкции используется почти полностью. Для соблюдения перпендикулярности направления частицы продукта к поверхности сита необходимо определить наклон рабочей поверхности лопасти, при к-ром достигается это направление. Пусть  $v_0$ —окружная скорость обечайки (фиг. 2) и  $v$ —окружная скорость бичей, которые расположены под углом  $\alpha$  к радиусу. Так как направление скорости вращения бичей есть  $v$ , то частица продукта встретит бич под углом  $vCl$  и отразится от него под таким же углом  $kCv_1$  по направлению  $Cv_1$  и с такою же скоростью  $v_1 = v$ . Для того, чтобы частица продукта встретила поверхность сита в перпендикулярном направлении, необходимо, чтобы окружная скорость обечайки  $v_0$  и скорость  $v_1$  дали суммарную скорость, направленную по радиусу  $OA$ . При угле наклона  $\alpha$  бича к радиусу угол, под которым частица продукта встречает бич и отражается от него, будет также  $\alpha$ ; из чертежа имеем:  $v_0 = v \cos \beta$ , а из треугольника  $OCB$  получим:

$$\frac{r}{R} = \frac{\sin(90^\circ - \beta)}{\sin(90^\circ + 2\alpha)} = \frac{\cos \beta}{\cos 2\alpha},$$

откуда

$$\cos \beta = \frac{r}{R} \cdot \cos 2\alpha$$

и, следовательно,

$$v_0 = v \cdot \frac{r}{R} \cdot \cos 2\alpha.$$

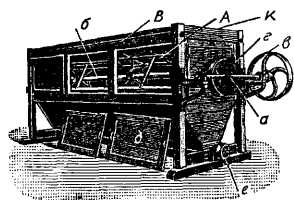
Если через  $m$  обозначим число оборотов обечайки, а через  $n$ —число оборотов бичей в 1 минуту, то получим:

$$\frac{2\pi Rm}{60} = \frac{2\pi rn}{60} \cdot \frac{r}{R} \cdot \cos 2\alpha,$$

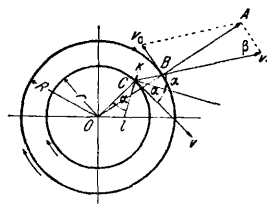
или

$$m = n \left( \frac{r}{R} \right)^2 \cdot \cos 2\alpha.$$

Из этой формулы имеем два крайних предела наклона лопастей, а именно:  $\alpha = 45^\circ$ , тогда  $m = 0$ , т. е. обечайка м. б. неподвижна, и  $\alpha = 0^\circ$ , тогда  $m = n \left( \frac{r^2}{R^2} \right)$ , т. е. обечайка имеет

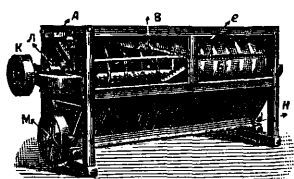


Фиг. 1.



Фиг. 2.

максимальное число оборотов, а бичи направлены по радиусу; из последнего выражения имеем:  $\frac{m}{n} = \left(\frac{r}{R}\right)^2$ . Следовательно, в пределах от 0 до 45° угла наклона лопастей  $\alpha$  можно получить направление пути продукта, перпендикулярное к поверхности сита, что является отличительной особенностью центрифугальных Б., обуславливающей их высокую производительность, т. к. достижение этого условия просеивания невозможно ни в какой другой конструкции просеивательн. машин.



Фиг. 3.

На фиг. 3 представлена нормальная конструкция центрифугального бурата второго типа с вращающейся обечайкой и вращающимися внутри ее бичами с лопастями. Подлежащий просеванию продукт поступает в приемный патрубок А, по которому он подается внутрь обечайки В, и часть его попадает на бичи З, укрепленные на остове В; последний приводится во вращательное движение от трансмиссии шкивом К, на оси которого насажен второй шкив Л, передающий движение посредством ремня шкиву М, насаженному на оси транспортного винта, расположенного внизу В; противоположный конец оси винта имеет шкив Н, от которого приводится во вращение верхний шкив (на фиг. не виден), приводящий в движение ситяную обечайку В; е — щетки для очистки сита обечайки. Часть

Характеристики центрифуг. Б.

Размер Б. (мм)		Число об/м.		Производительность (кг/ч)				Потрбн. мощн. в Р
диам.	длина	Обечайки	бичей	дранья	передира	крупок	муки	
610	1 500	30	250	410—490	330—410	250—330	160—200	1,0—0,4
650	2 000	30	250	570—650	520—620	360—410	250—280	1,5—0,6
700	2 500	28	230	730—820	650—730	440—490	330—350	1,8—0,8
800	3 000	26	200	900—1 060	820—900	570—650	410—460	2,2—1,0
900	3 500	22	190	1 150—1 390	980—1 150	740—820	490—570	2,8—1,2
1 000	4 000	20	180	1 470—1 640	1 310—1 470	900—980	610—690	3,6—1,6

продукта попадает на бичи и отбрасывается их лопастями на ситяную поверхность обечайки, другая же часть, упавшая вниз на ситяную обечайку, захватывается планками, составляющими остов обечайки, поднимается вверх и затем сбрасывается на бичи З, которыми уже отбрасывается на ситяную поверхность. Вследствие почти полного использования рабочей поверхности сит производительность центрифугальных Б. почти в пять раз больше производительности цилиндрич. и призматич. Б., а потому первые являются машинами более совершенными, чем вторые (см. таблицу).

Как центрифугальные, так и цилиндрич. и призматич. Б. часто в практике называются просто «цилиндрами».

Лит.: Зворыкин К., Курс по мукомольному производству, Харьков, 1894; Козьмин П. А., Мукомольно-крупяное производство, М., 1926; Пакуто М. М., Мукомольное производство, Курс лек-

ций, читанный в Моск. хим.-техн. ин-те им. Д. И. Менделеева, М., 1925; Kettenbach F., Müller u. Mühlenbau, Lpz., 1921; Baumgartner F., Lehr- u. Handbuch über alle Teile d. Mühlenbetriebes, Berlin, 1921. В. Прокофьев.

**БУРАЯ ГНИЛЬ**, болезнь древесины, к-рая вызывается сапротитными грибами и при которой нормальная окраска древесины переходит в буровато-красный цвет. Б. г. часто также развивается без содействия гриба. Повреждения коры и камбияльного слоя дерева вызывают высыхание верхних его слоев и разложение их под влиянием кислорода воздуха и проникающей воды. Б. г. распространяется медленнее по торцу и быстрее в направлении волокон дерева. Лиственные породы от Б. г. страдают более, чем хвойные. Затески, обдир коры, крапивный сук и пр. часто становятся причиной распространения Б. г. в древесном стволе, что сильно понижает, а иногда и вовсе уничтожает техническую пригодность дерева.

**БУРБОНАЛ**, 4-окси-3-этокси-бензальдегид, душистое вещество с запахом *ванилина* (см.), по интенсивности превышающим последний. Получается действием хлороформа на моноэтиловый эфир пирокатехина или этилированным протокатехового альдегида; применяется в парфюмерии.

**БУРГУНДСКАЯ СМОЛА**, бургундский, или белый вар, получается переплавлением, фильтрацией и упариванием еловой живицы (из *Picea excelsa* L.) и применяется гл. обр. для просмолки пивных бочек и для составления различных мастик.

**БУРЕЛОМ**, буреломное дерево, сломанное ветром или бурей дерево, при чем нижняя часть ствола, достигающая иногда значительной высоты, до  $\frac{2}{3}$  всей общей высоты дерева, остается на корне, а вершина падает на землю. Б. более подвержены хвойные деревья, выставленные при рубках на простор, или деревья, имеющие органические повреждения. Буреломные деревья (как опавшие вершины, так и остающиеся части стволов) необходимо убирать во избежание опасности от пожара и развития различн. вредителей. Древесина буреломных деревьев чаще всего разделяется на дрова из-за плохого ее качества.

**БУРЕНИЕ** скважин, способ получения в земной коре глубокой выработки круглого сечения, называемой буровой скважиной. Буровые скважины проводятся с целью разведки горных пород, при строительных работах, при разведках месторождений полезных ископаемых, а также при добыче жидких и газообразных ископаемых, например воды, рассолов, нефти и горючих газов.

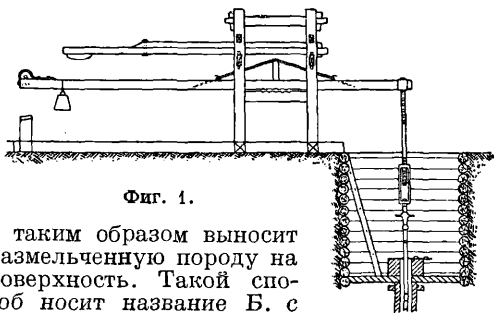
Буровая скважина состоит из: начала скважины у поверхности земли — устья, дна скважины — забоя и боковых поверхностей — стенок. Глубина и диаметр буровых скважин в зависимости от их назначения значительно колеблются: разведочные буровые скважины бывают диаметром от

25 мм, начальные диаметры эксплуатационных буровых скважин на нефть достигают 1320 мм, а при бурении шахт эти диаметры достигают нескольких м; глубина буровых скважин доходит в настоящее время до 2,5 км.

**Виды Б. и способ работ.** Для проведения буровых скважин применяются различные способы бурения; выбор этих способов зависит от свойств проходимых скважиной пород, от назначения скважины, ее диаметра, а также и глубины. По своему назначению Б. подразделяется на разведочное и эксплуатационное. В зависимости от того, действует ли буровой инструмент на проходимые породы сверлением или ударами долота, различают вращательное и ударное Б., при чем то и другое может производиться ручным или механическим способом.

Процесс ударного Б. заключается в том, что буровое долото, имеющее обычно форму лопатки с заостренной нижней гранью и нагруженное для увеличения эффекта удара значительным весом, поднимают над забоем скважины на некоторую высоту и затем его быстро опускают. При этом ударе лезвие долота откалывает от забоя куски породы, которые при последующих ударах долота измельчаются и, смешиваясь с имеющейся в скважине водой, образуют буровую грязь. Для придания скважине правильной цилиндрической формы долото после каждого удара поворачивают вокруг вертикальной оси на нек-рый угол. Долото спускается в скважину на канате или на длинных (до 6 м) стержнях (буровых штангах), которые по мере углубления забоя наращиваются новыми, так что верхний конец последней буровой штанги всегда выступает из устья скважины. Между долотом и буровыми штангами для увеличения веса падающей части инструмента устанавливают тяжелую железную штангу (сечением до 150 мм в квадрате, длиной до 6 м и весом до 1,6 т). При ручном Б. неглубоких скважин малого диаметра рабочие приподнимают долото руками при помощи рукоятки ключа, надеваемого на выступающий конец буровой штанги, или же веревкой, прикрепляемой к концу штанги и перекинутой через находящийся на некоторой высоте над землей ролик. При Б. более глубоких скважин выступающий над устьем конец штанги присоединяют к одному концу балансира, укрепленного на стойке у скважины, а другой конец приводят в движение вручную или двигателем (фиг. 1). По мере накопления буровой грязи на забое эффект удара долота ослабевает; поэтому необходимо время от времени удалять грязь с забоя. Для этого останавливают долбление, вынимают долото и спускают в скважину на буровых штангах или канате особый цилиндрический сосуд — желонку, которая и вычерпывает грязь. Этот способ ведения работ называется сухим бурением. Иногда размельченную породу очищают с забоя непрерывно во время самого процесса долбления. Для этого долото спускают в скважину на полых буровых штангах, через которые во время долбления накачивают на забой воду

или жидкий раствор глины; жидкость, выходя у забоя, смешивается с размельченной породой, поднимается по скважине вверх



Фиг. 1.

и таким образом выносит размельченную породу на поверхность. Такой способ носит название Б. с промывкой забоя.

Если при ударном Б. на буровых штангах все штанги, на к-рых спущено в скважину долото, падают при каждом ударе вместе с долотом, то такой способ называется Б. на непрерывной штанге. В этом случае при ударе долота о забой все штанги испытывают сотрясение, подвергаются продольному изгибу, быстро приходят в негодность, ломаются и требуют ловильных работ по извлечению инструмента из скважины. Для предупреждения этого между инструментом и штангами вводят особую подвижную часть, называемую раздвижной штангой, ножницами или ясом; она устраняет передачу сотрясений штангам и позволяет держать колонну буровых штанг все время в подвешенном состоянии (канадский способ Б.). Во всех вышеуказанных случаях долото, подвешенное на буровых штангах к балансиру, связано с ним штангами, и потому скорость его при движении вниз для удара о забой зависит всецело от скорости движения балансира. Чтобы увеличить скорость падения долота на забой и тем усилить эффект удара, долото (с ударной штангой) освобождают в высшей точке его подъема от буровых штанг и тем дают ему возможность свободно падать на забой равномерно-ускоренным движением, при чем колонна буровых штанг опускается вниз со скоростью качания балансира, подхватывает инструмент с забоя и опять поднимает его в наивысшее положение над забоем. Приспособление, позволяющее проделывать все эти операции, называется фрейфалом, самопадом, свободно падающим инструментом. Б. на буровых штангах называется штанговым Б., при чем при всех вышеуказанных способах Б. штанги м. б. сделаны из железа или дерева. Иногда буровые штанги заменяют пеньковым или стальным канатом круглого или плоского сечения; такой способ называется канатным бурением (пенсильванский способ).

При всех способах ударного бурения механизм, поднимающий долото над забоем, помещается на поверхности земли, и потому для приведения в движение необходимо привести в движение всю колонну буровых штанг, на к-рых оно подвешено. Это вызывает излишнюю затрату энергии, вызывает поломки буровых штанг и ловильные

работы. Чтобы избежать этого, инж. Вольский предложил гидравлический таран, действующий ударом воды (гидравлич. удар), подаваемой по полым штангам к забоя; А. М. Бенкендорф предложил электр. таран, в котором использован соленоид.

Обычно лебедка для подъема и спуска инструментов и балансир конструируются в одну общую установку, приводимую в действие одним двигателем; такой механизм называется буровым станком.

Ручное вращательное бурение производится особыми инструментами—б у р а м и, имеющими форму пустотелого цилиндра с отогнутыми внутрь острыми режущими лопастями, или форму зубчатой коронки, или, наконец, форму улитки или штопора. Такой бур спускают в скважину и вращают на штангах вокруг вертикальной оси, отчего он под тяжестью собственного веса врежется в породу. При подъеме бур выносит размельченную породу. Скважины большого диаметра и глубины бурят механическим двигателем и вместо бура спускают на трубчатых штангах или обсадных трубах з у б ч а т у ю к о р о н к у; последняя при вращении высверливает в породе колонки, к-рые по достижении известной высоты извлекаются на поверхность. Для очень твердых пород вместо стальной закаленной коронки применяют коронку со вставленными в нее алмазами. Размельченная такой коронкой порода выносится водой, накачиваемой через полые штанги. Этот способ называется а л м а з н ы м Б. Иногда алмазную коронку заменяют гладкой коронкой без зубьев, но на забой насыпают стальную дробь, к-рая при вращении коронки раздробляет породу. В последние 15—20 лет в Америке и в СССР на нефтяных промыслах получил особенное развитие вращательный способ Б. с промывкой забоя жидким раствором глины. При этом способе Б. для мягких и средней твердости пород применяют плоские долота, а для твердых—долота с дисками или шарошками. При вращательном Б. трубчатые буровые штанги, кроме продольного изгиба, сопротивляются еще и значительному скручивающему моменту, что крайне неблагоприятно отзывается на службе штанг и ведет к частым их поломкам. Для устранения этого недостатка вращательного Б. с промывкой забоя произведены попытки опускать в скважину неподвижные трубчатые штанги, снабженные в нижней части турбиной. Последняя приводится в движение жидкостью, накачиваемой в скважину. Эта турбина передает движение долоту. Примером такой установки может служить применяемый в последнее время на нефтяных промыслах СССР т у р б о б у р М. А. Капелюшника. Рабочей жидкостью в этом приборе служит глинистый раствор, накачиваемый в трубчатые штанги. Раствор после работы в турбине смешивается с породой, размельченной долотом, и выносит ее на поверхность земли.

При обычном вращательном Б. с промывкой забоя скважин больших диаметров и глубины вращение долота производится располагаемым над устьем скважины специальным вращательным столом, или

вращателем. Последний входит в состав бурового станка, так же как и передаточные механизмы для спуска и подъема инструментов. Насосы для подачи в скважину промывочной жидкости обслуживаются или тем же двигателем или—чаще—особым, специально для них установленным.

При Б. скважин в малоустойчивых породах, в целях предохранения стенок от обвалов, что мешало бы дальнейш. углублению, а по окончании Б. эксплуатации скважин, стенки последней закрепляются обсадными трубами несколько меньшего диаметра, нежели сама скважина. При добыче рассолов применяют деревянные трубы, для артезианских вод—железные, иногда оцинкованные, в нефтяном деле—исключительно железные. Для неглубоких скважин малого диаметра применяют обыкновенные газовые трубы с муфтовым соединением на резьбе. Для более глубоких и большего диаметра скважин изготовляют специальные клепаные обсадные трубы с муфтовыми соединениями на заклепках или герметич. (американские), сварные или цельнотянутые, соединенные муфтами на резьбе. Клепаные обсадные трубы для нефтяных скважин изготовляются из листов котельного железа, толщиной 5, 6 и 8 мм ( $\frac{3}{16}$ ,  $\frac{1}{4}$  и  $\frac{5}{16}$  дм.), при чем швы склепываются (вхолодную) в один или два ряда заклепками. Длина клепаных труб, применяемых в СССР, обычно равна 142 см (2 ар.), внутренний диаметр—200—1 300 мм (8—52 дм.). Трубы соединяются между собой наружными муфтами, шир. 300 мм, из такого же железа, с заклепками впотай. Для ускорения спуска труб в скважину их заранее соединяют в колена из 2 или 3 труб. На нижний конец первой трубы в каждой колонне приклепывается стальное кольцо с острой режущей кромкой, называемое башмаком. Отдельные колена труб при Б. склепываются между собой над устьем скважины. Главный недостаток клепаных труб—их негерметичность. Обсадные водонепроницаемые трубы, соединяемые между собой на резьбе, которые применяются в Союзе ССР, имеют диаметр от 100 до 600 мм (4—24 дм.), а длину от 2 до 6 м.

Большую часть этих труб изготовляет Никополь-Мариупольский завод. Толщина стенки винтовых труб, в зависимости от испытываемого ими в скважине наружного давления, от 6,5 до 15 мм. Нижний конец обсадных винтовых труб снабжается вместо башмака специальной б а ш м а ч н о й т р у б о й длиной от 400 мм до 2 м, а толщиной ок. 19 мм. Обсадные трубы при постепенном наращивании и опускании вниз в процессе Б. в конце концов или останавливаются сами от трения о пройденные породы или их приходится останавливать по технич. соображениям. В этом случае в колонну обсадных труб в скважине спускается новая колонна меньшего диаметра. После остановки второй колонны спускается третья, и т. д. Таким образом крепление скважины получает телескопическую конструкцию.

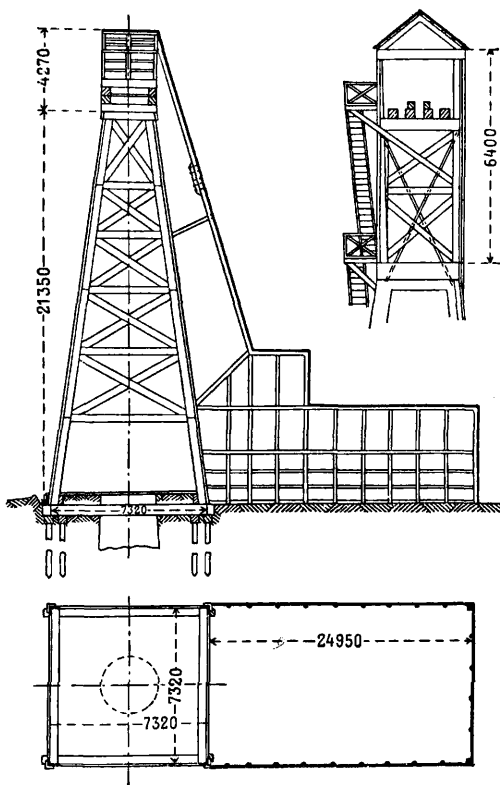
Для спуска и подъема бурового инструмента, обсадных труб и желонки устраивают над устьем скважины, в случае бурения скважины небольшого диаметра и глубины,

достаточно высокую треногу, у вершины которой укрепляют ролик для каната и блок для талей. Для более глубоких скважин, при Б. которых приходится поднимать тяжелые грузы, устанавливают более прочное подъемное сооружение, носящее название копра, или буровой вышки, высотой от 40 до 20 м и меньше. Высота вышки подбирается так, чтобы между подвешенным к вершине (головке) вышки блоком и устьем скважины могли уместиться подвесной блок, подъемный крюк, рабочее звено буровых штанг, и еще должно оставаться небольшое свободное пространство для производства всех операций по свинчиванию и развинчиванию буровых штанг. При Б. на нефть в СССР и за границей применяют деревянные и железные буровые вышки, имеющие форму усеченной четырехгранной пирамиды.

Угловые стойки у деревянных вышек делаются или из целых бревен (бакинская вышка), или сколачиваются из отдельных досок (америк. вышка). Нижние концы угловых стоек упираются в углы основной рамы, имеющей форму квадрата; верхние концы их связаны рамой меньшего размера, к-рая служит основанием для установки на ней брусьев с подшипниками для роликов различного назначения. Над верхней рамой надстраивается небольшая будка для прикрытия роликов. Верхняя часть вышки, т. е. верхняя рама, с подшивными брусьями и будкой, носит название головки вышки. С одной стороны вышки пристраивается сарай, одинаковой ширины с вышкой, т. н. откос, в котором помещаются буровой станок, подъемная лебедка, паровая машина, насосы и прочее оборудование. Двигатели внутреннего сгорания и электродвигатели помещаются обычно в отдельной будке из несгораемого материала, устанавливаемой непосредственно за откосом вышки. Башня вышки, будка головки и откос обшиваются частью или полностью тесом, железом или огнестойкими материалами — этернитом, гипсолитом и др.

Постройка вышки для глубокого Б. на нефть ведется след. обр. Прежде всего на месте будущей скважины роется шурф или, как его называют в Баку, шахта, круглого сечения, диам. ок. 3—3,5 м и глуб. 6—6,5 м. Для предупреждения обвалов стенок шахта обшивается досками, которые поддерживаются железными или сколоченными из досок кольцами. Вокруг шахты делается невысокая (1—1,5 м) насыпь под башню и откос вышки; назначение этой насыпи — поднять пол буровой вышки для стока воды, грязи и нефти. На насыпи вокруг шахты укладывается основная рама из брусьев сечением около 500 мм в квадрате и длиной до 7,5 м. Под раму в углы забивают предварительно по четыре сваи, соединенные насадками, или сооружают каменные столбы (фундаменты). Если строится бревенчатая вышка (бакинского типа), то угловыми стойками служат 4 круглых бревна, диаметром около 400 мм в верхнем конде. Эти стойки скрепляются 5 или 6 горизонтальными поясами из бревен диаметром 200—250 мм. Между поясами устанавливаются кресты (раскосы) из таких же бревен. Верхние

концы стоек скрепляются квадратными венцами из брусьев толщиной 450×550 мм и длиной 2 м. На верхний венец укладывают подшивные брусья 450×550 мм, на к-рых устанавливаются подшипники тартального шкива, подъемного и талевых роликов. Высота бревенчатой вышки обычно колеблется от 16 до 18 м. Такие вышки применялись для штангового Б. на бакинских промыслах и выдерживали нагрузку на головку вышки до 60 т. В настоящее время их заменили вышки америк. типа, выдерживающие нагрузку до 100 т (фиг. 2). Эти вышки строятся двух типов: для канатного и штангового ударного бурения — высотой 20—24 м и

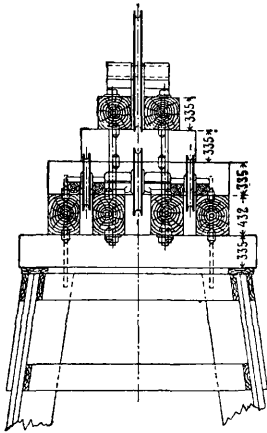


Фиг. 2.

для вращательного Б. с промывкой забоя глинистым раствором — высотой 32—40 м.

Угловые стойки америк. вышек сколачиваются в виде желобов из двух досок, под прямым углом друг к другу. Постройка этих вышек начинается также укладкой основной рамы на угловых фундаментах; к последней прибавляются в углах с соответствующим уклоном первые доски, толщиной не меньше 70 мм, составляющие угловую стойку-желоб. Первые доски для желоба каждой стойки берут неодинаковой длины, для того чтобы стыки досок не приходились в одном месте. На уровне каждого стыка прибавляют горизонтальные пояса, а последние скрепляются крестами; те и другие из досок толщиной 70 мм. Число поясов и крестов зависит от высоты вышки; для

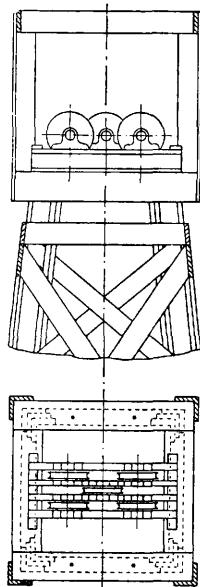
25 м — 7 поясов, для 40 м — 17, включая верхний пояс. Для усиления вышки обыкновенно на первый желоб угловых стоек нашивают снаружи второй, а иногда и третий ряд досок. На верхних концах стоек снаружи и изнутри нашивают двойной пояс, на который укладывают верхний венец, а на него подшивные брусья. Общее расположение подшивных брусьев и всех роликов для вышки ударного бурения указано на фиг. 3. Снаружи вышки устраивают



Фиг. 3.

лестницу до самого верха в виде обыкновенной стремянки или зигзагообразных маршей с площадками.

Буровые вышки американского типа для вращательного Б. имеют в Америке стандартную высоту 25, 29, 32, 37 и 40 м (84, 96, 106, 120 и 132 фт.). У нас обычно строятся вышка высот. в 32 м. Такая вышка имеет шахту, подобную шахте для ударного бурения, но только ее пол закладывается бутом на цементе или бетонируется, т. к. он служит фундаментом, на котором во время бурения висят на хомутах колонны обсадных труб. Обычно на пол шахты укладывают два солидных деревянных бруса и на них уже опирают хомуты обсадных труб. В верхней части шахты, на уровне пола вышки, укладываются параллельно друг другу и перпендикулярно к оси бурового станка 2 бруса 0,5×0,5 м одинаковой длины с брусьями рамы, т. н. шахтовые брусья, на которых укрепляется станина вращательного стола бурового станка. Основание вышки имеет размеры от 6×6 до 7,9×7,9 м. Размеры головок вышки — 1,8×1,8 или 2,1×2,1 м. Башня может выдержать нагрузку на головку до 120 т. В америк. вышках вместо деревянных подшивн. брусьев иногда устанавливают на головке раму из двутавровых балок. Такая рама вместе с роликами называется кронблоком (фиг. 4). К кронблоку подвешивается талевой блок. Для рабочего, обслуживающего вертлюг и тали при подъеме и спуске инструмента в скважину, устанавливается помост с перилами (полаты) на высоте 11, 13, 18, 24 или 30 м от уровня пола, в зависимости от



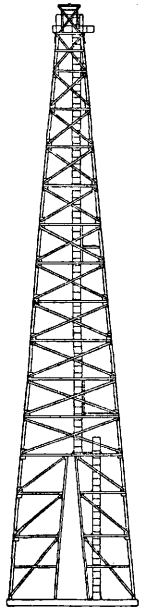
Фиг. 4.

высоты башни и длины применяемых буровых штанг. На брусья нижней рамы укладываются продольные балки и на них настилается пол из толстых досок с наклоном для стока грязи, воды и нефти. В том месте, где устанавливаются вынутые из скважин буровые штанги, пол д. б. укреплен от прогиба, для чего на него нашивают второй ряд досок; к полу прикрепляют железное корыто с нефтью, в которое и ставят концы штанг, чтобы предохранить их от загрязнения. Верхний конец штанг заводится за скобу, прикрепленную к одним из полатей. Иногда вышку снабжают вторым, «малым» откосом для установки в нем двух насосов, подающих в скважину глинистый раствор для промывки забоя.

В Америке, а в последнее время и в нефтепромысленных районах Союза вместо деревян. вышек иногда устанавливаются железные вышки, которые по окончании буровых работ разбираются и переносятся в другое место (фиг. 5). В Америке получили распространение две системы железных буровых вышек: система Вудворта, из углового железа, и система Нейля, из стальных труб.

В вышках системы Вудворта ноги, пояса и раскосы изготовляются из углового железа, размером от 90×90×6 мм до 150×150×13 мм, в зависимости от высоты вышки и рабочей нагрузки. Нижнее основание (рама) и головка вышки изготовляются из двутавровых балок и швеллеров. Размеры основания вышек от 6×6 до 8×8 м. Отдельные звенья ног вышки соединяются накладками из углового железа (для вышек легкого типа) или из котельного железа (для вышек тяжелого типа) на болтах, при чем эти же накладки служат для присоединения к ним поясов и раскосов. Число болтов в каждом узле д. б. возможно меньше для ускорения сборки и разборки вышки. В последних конструкциях вышек число болтов в узле доведено до 6, так что на весь пояс требуется 24 болта. Высота башен из углового железа, принятых в Америке для вращательного Б., колеблется от 18 до 37 м; рабочая нагрузка на них — от 27 до 135 т при коэффициенте безопасности 4. Общий вес всей железной конструкции вышки вместе с основанием колеблется от 4,2 до 16,2 т.

Буровые вышки из стальных труб делаются ординарные, двойные или тройные, в зависимости от нагрузки вышки. Ноги ординарной вышки состоят из одного ряда труб, соединенных в стык; ноги двойной — из двух, а тройной — из трех колонн труб, вставленных одна в другую, при чем стыки колонн располагаются в различных плоскостях. Звенья ног, поясов и раскосов соединяются при помощи зажимных муфт на болтах. Основание башни вышки, размером от 6×6



Фиг. 5.

до  $8 \times 8$  м, и головку делают из двутавровых балок и швеллеров, соединенных болтами. Ноги вышек собираются из стальных труб диаметром от 50 до 125 мм; высота вышек колеблется от 25 до 36 м; максимальная нагрузка при 4-кратном запасе прочности колеблется от 12 до 85 т, при общем весе железа в вышке от 8 до 16,5 т. Откосы железных вышек также делаются из углового железа или труб и собираются на болтах. Нижняя часть башни, стены и крыши откосов обшиваются обычно волнистым железом.

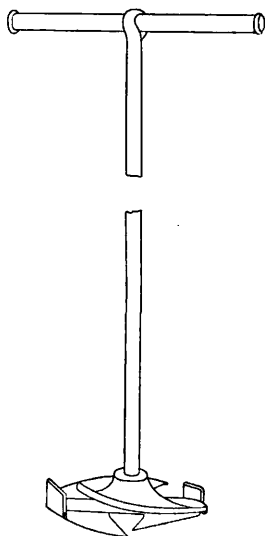
### 1. Сухое Б.

К группе сухого Б. относятся следующие системы: 1) зондирование, 2) ручное вращательное на сплошных штангах, 3) ударное на сплошных штангах, 4) ударное на канатах (пенсильванский способ).

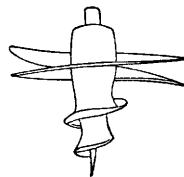
**1. Зондирование.** Наиболее простым способом проведения неглубоких скважин малого диаметра является зондирование шупом. Шуп представляет собой круглый стержень диаметром от 10 до 16 мм и имеет на одном конце ушко для продевания рукоятки, а на другом—разведочную головку, снабженную продольными бороздами, карманами, ямками и т. п. для захватывания образцов породы. Шупом можно работать только в мягких породах. Он загоняется в породу до необходимой глубины надавливанием на стержень или ударами деревянным молотком, а затем поворачивается вокруг оси; при этом карманы или борозды головки захватывают породу и выносятся при подъеме шупа на поверхность. Комплект шупов состоит из 8 номеров, длиной от 1,5 до 11 м, при диам. головок от 32 до 16 мм и высоте от 50 до 90 мм, с 4 бороздами на каждой. Шупы загоняются последовательно, по порядку номеров, начиная с короткого и более толстого, при чем борозды разведочной головки должны быть перед загонкой тщательно прочищены.

**2. Ручное вращательное Б. на сплошных штангах** применяется в мягких и средней твердости породах; твердые пропластки проходят ударным способом. Вращательное Б. на сплошных штангах—наиболее простой и дешевый способ. Инструментами, непосредственно действующими на породу, при этой системе служат буры различных конструкций, спускаемые в скважину на штангах. Штанги вращают за рукоятку, продетую в ухо верхней штанги, или посредством ключей, надетых на верхнюю квадратную штангу. При вращении бур внедряется в породу, забирает в себя разрыхленные части ее и при подъеме выносит их на поверхность. В настоящее время наиболее часто применяются следующие буры: а) А м е р и к а н с к и й тарелчатый бур (фиг. 6)—состоит из тарелки, трех режущих, слегка наклонных к горизонту перьев и трех вертикальных перьев. При вращении бура разрыхленная порода собирается на тарелку и при поднятии его выносится на поверхность. б) Бур Б о л ь к е н а (фиг. 7), иначе земляной бур, — изготовляется диам. до 0,6 м и служит для Б. неглубоких скважин. Для Б. в песках приделывают поверх тарелки невысокий цилиндр, куда песок и соби-

рается. в) Л о ж к а (фиг. 10), или резак,—представляет собой полузакрытый цилиндр, снабженный в нижней части режущим пером. г) С п и р а л ь н ы й бур, или шпирон (фиг. 9),—представляет собой полосу железа, закрученную в виде штопора, режущие нижние концы которого настальены. Этот бур пригоден для работ в различных глинах. д) О т к р ы т ы й бур (фиг. 8)—служит для Б. более глубоких скважин и представляет собой цилиндр из котельного железа с продольным вырезом *d*. Внизу цилиндр оканчивается одним или 2 режущими перьями *c*. Цилиндр прикреплен к вилке *A*, на головку которой



Фиг. 6.



Фиг. 7.

навинчиваются штанги. е) З а к р ы т ы й бур (фиг. 11) для работы в пльвунах и сыпучих песках,—представляет собой цилиндр (из котельного железа), к нижней части которого приклепаны две режущие лопасти *C* и клапан *b*, посаженный на шарнире. При вращении бура порода разрыхляется перьями, поднимает клапан и входит в цилиндр бура. При подъеме бура клапан под тяжестью находящейся в буре породы закрывается, и порода выносится на поверхность. Этот способ применяется для бурения неглубоких



Фиг. 8. Фиг. 9. Фиг. 10.

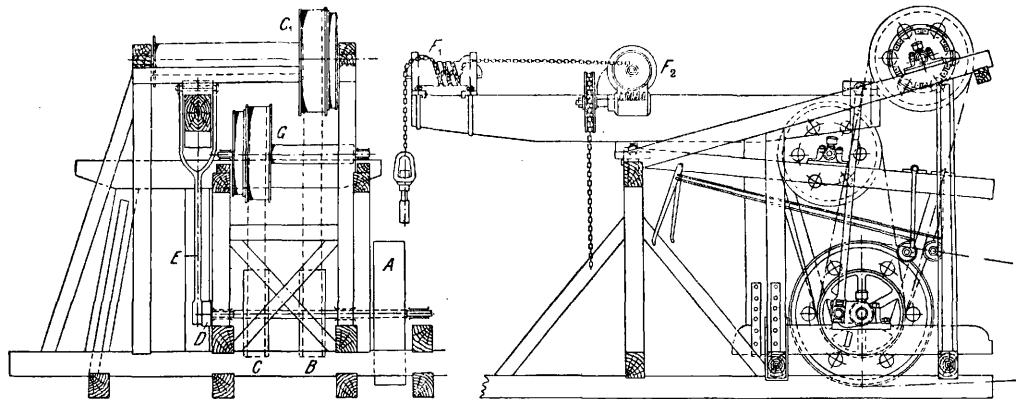
Фиг. 11.

разведочных скважин. Он применялся до середины прошлого столетия на Пермских соляных промыслах для Б. рассоло-подъемных скважин, глубиной до 250 м. Б. велось на деревянных штангах особой коронкой, которая называлась желонкою и представляла собой цилиндр с зубчатым башмаком.

3. Ударное Б. на сплошных штангах подразделяется на три вида: а) Б. на непрерывных штангах, б) канадский способ (с ясом) и в) бакинский способ (со свободно падающим инструментом).

а) Б. на непрерывных сплошных штангах может быть применяемо в скважинах малого диаметра и небольшой глубины, так как при ударе долота о забой часть живой силы, развиваемой в колонне штанг, вызывает в нижних штангах продольный изгиб, а вследствие этого и частые их поломки. Поэтому такой способ бурения применяется редко, чаще — как вспомогательное бурение при вращательном способе, когда встречаются твердые породы.

на вал уравнительного приспособления  $F_2$ , приводимый в движение червячной передачей. По мере углубления забоя цепь сматывается с вала  $F_2$ , и т. о. опускается долото. Для спуска и подъема бурового инструмента на барабан  $G$  наматывается 25-мм стальной канат, свободный конец которого перекидывается через ролик на головке вышки и снабжается приспособлением для захватывания штанг — вертлюгом или подъемным крючком. Для подъема и спуска обсадных труб на барабан  $G$  наматывается один конец талевого каната, а на другом висит талевого блок на роликах, которые расположены на подшивных брусках головки вышки. Все ремни ременных передач станка надеты на



Фиг. 12 и 13.

Инструментом, размельчающим породу, служит в этом случае обыкновенное долото, имеющее вид лопаты с острым нижним режущим лезвием. Буровая грязь удаляется из скважин посредством желонки с клапаном, спускаемой на канате.

б) Канадский способ Б. ведется на деревянных или железных буровых штангах с ясом, помещаемым между долотом и буровыми штангами. Этим способом бурили скважины на нефть сначала в Канаде, затем он перешел в Галицию, Румынию и, наконец, к нам в Кубано-Черноморский и Урало-Эмбенский районы. В последнем он применяется и до настоящего времени. На промыслах в Бориславе и Тустановице (Галиция) этим способом была пробурена большая часть скважин глубиной в 1000 и более м. При этом Б. применяются буровые вышки американск. типа, высотой до 16 м. В откосе вышки устанавливается двигатель и буровой станок, построенный почти целиком из дерева (фиг. 12 и 13). На главном стальном валу станка закреплен шкив  $A$  для ремня от трансмиссии, шкивы  $B$  и  $C$ , передающие движение барабану  $G$  для подъема и спуска инструментов и барабану  $G_1$  для чистки скважины, и, наконец, кривошип  $D$  для передачи качательного движения балансиру через шатун  $E$ , надеваемый на палец кривошипа. На переднем конце балансира устанавливается стальная отливка  $F_1$  с винтовым желобом для навивки цепи, один конец которой служит для подвешивания на вертлюге штанги с буровым инструментом, а другой конец наматывается

шкивы с большой слабиной; они натягиваются ключником по мере надобности с помощью подвижных натяжных роликов. Буровой инструмент состоит из долота (фиг. 14), расширителя системы Фаука (фиг. 15), ударной штанги весом от  $\frac{1}{2}$  до 1 т и, наконец, яса (фиг. 16). Последний представляет собой два удлинённых звена цепи, внешние концы к-рых снабжены головками с резьбой. Верхн. конец яса соединяется со штангами, ниж. — с ударн. штангой. Крепление стенок скважин производится винтов. трубами. В. Борисевич.

в) Штанговое Б. со свободно падающим инструментом (бакинский способ). Этот способ штангового бурения впервые стали применять в Баку в 1871 году при проходке первых нефтяных скважин. Опыт такого бурения оказался удачным, вследствие чего этот способ привился и вскоре получил здесь самое широкое распространение. Характерной особенностью этого штангового способа бурения является применение фрейфаля, к-рый



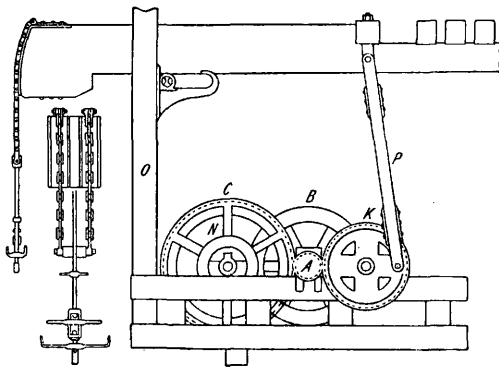
Фиг. 14. Фиг. 15. Фиг. 16.

является применение фрейфаля, к-рый



делает соединение штанг и долота подвижным и позволяет таким образом выключать штанги во время опускания долота на забой.

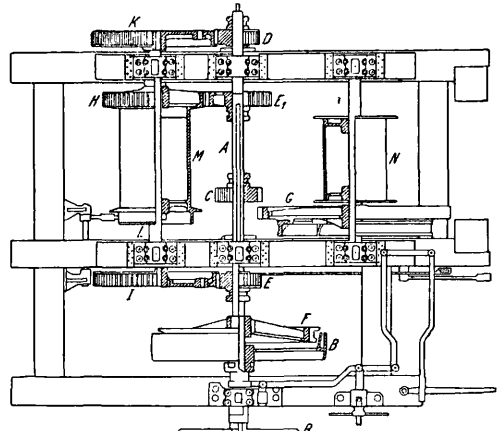
После долголетней работы штангового ударного Б. в Баку, в результате ряда усовершенствований и изменений, преимущественное применение получили два типа буровых станков: станок системы «Молот» и станок системы Мухтарова. Станок системы «Молот» (фиг. 17 и 18) состоит из следующих частей: 1) передаточного механизма, получающего вращение от механического двигателя или промежуточной трансмиссии и состоящего из главного вала *A* с приводным шкивом и передаточными шестернями, 2) подъемного барабана *N*, 3) долбежных шестерен *I* и *K* и 4) барабана *M* для чистки скважины, вращающегося на валу, на котором укреплены долбежные шестерни. У одного конца главного вала вращается холостой шкив *B* для приводного ремня. Рядом с холостым шкивом укреплен на валу фрикционный диск *F*, нажатием которого на холостой шкив вращение передается главному валу. На конце вала *A* укреплен на шпонке штурвал *R*, который служит для поворачивания вала вручную на небольшой угол. На квадратной части вала расположены 4 шестерни *C*, *D*, *E* и *E*<sub>1</sub>, которые могут передвигаться вдоль вала. Шестерня *C* может сцепляться с шестерней *G* подъемного барабана *N*, а шестерня *E*<sub>1</sub> с шестерней *H* барабана *M* для чистки скважины. Другая пара шестерен *D* и *E* может сцепляться с долбежными шестернями *K* и *I*. Передвижение передаточных зубчатых шестерен вдоль вала *A* производится особыми приборами, которые расположены вдоль главного вала. Долбежные шестерни *K* и *I* укреплены при помощи шпонок на круглом валу *L*. В спицах шестерен проделаны на различных расстояниях от центра конические гнезда для пальца кривошипа. Переставляя палец, можно изменять размах балансира станка. Во время долбления эта часть станка страдает



Фиг. 17.

больше других от ударов и толчков, возникающих при качании балансира вверх и вниз, и поэтому при глубоких скважинах и большом числе качаний балансира (45—50 в минуту) часто происходят поломки зубьев шестерен. Вращательное движение шестерен-кривошипов преобразуется в колебательное движение балансира при помощи

двух шатунов *P*. Шатуны делаются железными, реже—деревянными с железной оковкой. Узкая часть балансира, расположенная над устьем скважины, называется головой его, а противоположная—хвостом. Снизу к обоим нижним брускам балансира в головной его части прикрепляются короткие бруски, и лобовая часть балансира срезается по окружности, описанной



Фиг. 18.

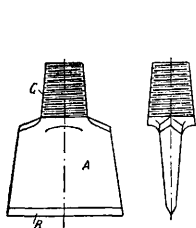
из центра на оси качения балансира. Такое устройство дает возможность сообщать буровому инструменту качание сверху вниз по вертикальной линии, совпадающей с осью скважины. Осью качания балансира служит короткий вал квадратного сечения с круглыми шейками на концах, прикрепленный к балансиру двумя железными скобами. Круглые шейки балансирного вала лежат на двух кронштейнах, прикрепленных к двум вертикальным стойкам *O*. Последние прикреплены внизу к станциям, удерживающим их в вертикальном положении, а верхним концом—к поперечной балке, связанной с вышкой. По мере надобности баланси́р передвигается то вперед, то назад, при помощи особого приспособления. Подъемная шестерня *G* укрепляется на валу шпонкой и связывается с подъемным барабаном болтами или особыми приливами на боковой шайбе барабана, обхватывающими спицы шестерни. Подъемный барабан снабжен ленточным тормозом. Барабан для чистки *M* (тартальный барабан) располагается на долбежном валу, на котором он свободно вращается. С одной стороны к барабану прикрепляется болтами зубчатая шестерня *H*, а с другой—тормозной обод на валу *L*.

Буровой станок Мухтарова отличается от станка «Молот» следующими конструктивными особенностями: 1) все шестерни, барабаны и фрикционная шайба закреплены на конических утолщениях валов, что способствует спокойному и плавному ходу станка; 2) валы лежат на подвижных подшипниках, что дает возможность производить сцепление и расцепление шестерен исполнительных механизмов с шестернями главного вала передвижением подшипников при помощи специальных тяг; 3) вертикальные баланси́рные стойки заменены наклонными стойками в виде козел, составляющих одно целое со

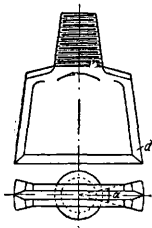
станиной, благодаря чему удары и нагрузка, воспринимаемые стойками от балансира, передаются станине в двух точках, соответствующих двум якорям фундамента; 4) балансир состоит из двух параллельных деревянных балок и при помощи двух ползунков может передвигаться вперед и назад.

Кроме буровых станков указанных двух основных систем, встречаются в Баку также станки комбинированного типа, заимствующего одни части от станков Мухтарова, а другие от станков «Молот».

**Буровой инструмент.** Долота, которые применяются в Бакинском районе, показаны на фиг. 19. В каждом долоте различают плоскую лопатообразную часть—лопасть *A*,



Фиг. 19.

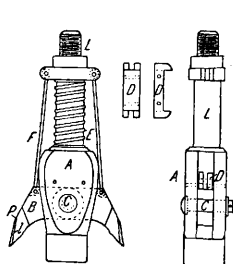


Фиг. 20.

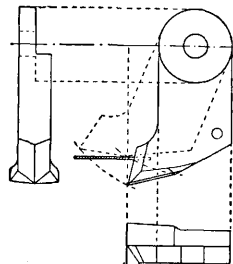
нижняя часть которой оттянута и заострена, образуя режущее лезвие *B*, и цилиндрич. или коническое утолщение—резьбу *C*. Такое долото называется зубильным. Но у большинства долот боковые грани лопасти расширены, образуя т. н. перья (фиг. 20, *d*), наружная поверхность которых выгнута по дуге окружности. Зубильные долота применяются при прохождении пород твердых или средней твердости. При бурении в породах мягких или даже средней твердости предпочитают пользоваться долотами с перьями. Кроме обыкновенных долот существуют еще специальные долота. При очень твердых породах употребляют долота-болванки, с более прочными, утолщенными лезвиями и перьями. При большом скоплении мелких кусочков железа применяется пикообразное зубильное долото. В некоторых случаях употребляются круглые или полукруглые долота. Долота обыкновенно отковываются из специальной вязкой стали и лезвие их закаливается. Литые долота не получили распространения, т. к. они легко ломаются во время работы. Основной размер долота, т. е. ширина лезвия, соответствующая диаметру скважин, в Бакинском районе изменяется от 1 042 мм (42-дм. скважина) до 178 мм (8-дм. скважина).

Расширитель употребляется для получения скважины большего диаметра, чем ширина лезвия долота, что необходимо для спуска обсадных труб. Всякий расширитель устроен так, что по выходе его из нижнего конца обсадных труб, во время спуска бурового инструмента в скважину, расстояние кромки режущей части расширителя от его оси автоматически увеличивается. При подъеме инструмента расширитель автоматически принимает свою первоначальную форму и может войти в обсадные трубы. Наибольшее распространение имеет расширитель типа Кинда с наружной пружиной, или т. н.

русский расширитель (фиг. 21). Широкая плоская часть *A* расширителя, ограниченная с боков параллельными плоскостями, называется корпусом. Нижняя часть корпуса переходит в муфту с внутренней нарезкой, куда ввинчивается долото. По направлению кверху корпус переходит в круглый ствол *L*, оканчивающийся винтовой нарезкой. В корпусе расширителя выдолблено сквозное отверстие, куда вставляются резцы *B*, скалывающие и обрабатывающие под круглую форму своими острыми кромками-лезвиями стенки скважины, пройденной перед этим долотом. Резцы укрепляются в корпусе болтом *C*, служащим для них также осью вращения. Расширитель отковывается из железа, а резцы—из такой же стали, как и долота. Стальная подушка *D* воспринимает на себя удары резцов и предохраняет расширитель от расклепывания. Резцы представляют собой рабочую часть расширителя. Они состоят из корпуса *B* и режущей кромки *L*, называемой лезвием или жалом. Наружное очертание лезвия представляет собой дугу окружности, радиус которой равен радиусу расширенной части скважины. Наружному очертанию корпуса резца придается несколько криволинейная форма. Выступающая часть резца *P*, прилегающая к стенке обсадных труб, имеет закругленную форму и называется лбом. Лоб устроен т. о., что площадь соприкосновения резца с трубами сведена до минимума для уменьшения трения между ними и, кроме того, лезвие резца не должно касаться стенки обсадных труб во избежание порчи последних. Резец имеет с обеих сторон уширенные боковые грани, называемые перьями. Книзу перья делаются шире, чем сверху, с целью избежать заклинивания резцов в породе. При прохождении твердых пород или при рубке обсадных труб нижнюю часть резцов снабжают продольной режущей гранью в виде лезвия (фиг. 22). Такие резцы называются топориками. Резцы удерживаются в раскрытом виде упругостью пружины *E* (фиг. 21), которая надета на ствол расширителя и упирается одним концом в корпус расширителя, а другим в хомут, свободно двигающийся вдоль ствола. Хомут связан с резцами при помощи круглых железных тяг *F*, называемых поводками.



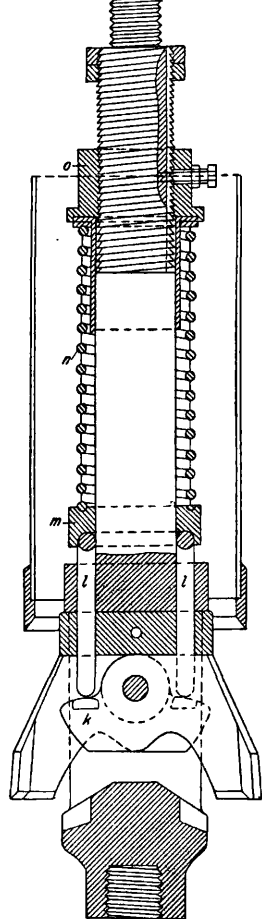
Фиг. 21.



Фиг. 22.

Поводки, состоящие из одной тяги, называются обыкновенными, в отличие от двойных поводков, имеющих вилкообразную форму. Вместо жестких тяг применяют также

расширители с канатными поводками. В случае разрыва каната оба резца одновременно опускаются книзу, и инструмент можно свободно втянуть в обсадные трубы.



Фиг. 23.

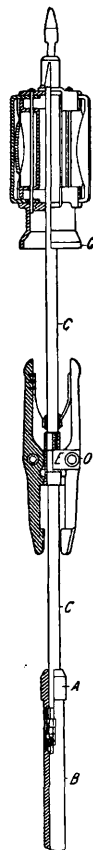
Ударная штанга ставится непосредственно над долотом или над расширителем, если одновременно с долблением производится расширение скважины. Назначение ударной штанги — увеличить вес, а следовательно и силу удара буровых инструментов. Обыкновенно вес ударной штанги, употребляемой в Баку, достигает 1300—1600 кг. Ударные штанги бывают круглого или квадратного сечения. Нижняя часть имеет утолщение в виде муфты с нарезкой, куда завинчивается долото или расширитель, а верхний конец, тоже утолщенный, имеет наружную нарезку. В Баку, где скважина закрепляется обсадными трубами по мере углубления, ударная штанга движется внутри труб и снабжается направляющими планками, образующими так называемые направляющие фонари, которые удерживают штангу во время долбления в вертикальном положении в центре скважины.

Фрейфал, распространенного в СССР типа Фабиана, представляет собой полый

железный патрон квадратного или круглого сечения, переходящий в верхней части в головку с резьбой для свинчивания с буровой штангой. Внутри патрона ходит шток в виде круглого стержня, который нижним своим концом наворачивается посредством муфты на конец ударной штанги. В стенках патрона простроганы две продольные щели для направления стального клина, пропущенного сквозь шток и удерживающего его от выпадения. В верхней части щелей с левой стороны сделаны уширения в виде уступов, на которые бурильщик подхватывает клин штока небольшим поворотом патрона против движения часовой стрелки в тот момент, когда патрон надвинут на шток, т. е. когда долото стоит на забое. В нижней части щелей устроен вырез, называемый замком, такой длины, чтобы в него свободно входил клин фрейфала. Во время работы рабочий должен все время подхватывать падающую часть бурового инструмента при наименьшем положении балансира, то сбрасывать ее при наивысшем положении, поворачивая буровые штанги то влево, то вправо. Работа эта весьма утомительна, в особенности при быстром качании балансира (40—50 качаний в минуту) и при большой глубине буровой скважины.

Автоматический фрейфал облегчает работу бурильщика (ключника). В нем захватывание и сбрасывание бурового инструмента происходит автоматически. Наибольшее распространение получили в бакинской практике автоматические фрейфалы системы Дудина и Мухтарова. В обеих системах вручную производится только поворачивание всего инструмента вокруг оси для правильной обработки стенок буровой скважины.

Фрейфал Дудина (фиг. 24) представляет собой круглый полый патрон В, надетый на шток С. В патроне сделаны две продольные щели, в которых ходит стальной клин, укрепленный в штоке и связывающий патрон и шток в одну систему. Нижняя часть патрона представляет собой муфту с нарезкой, навинчивающуюся на ударную штангу, а верхняя А утолщена в виде головки с уступом, выступающим над телом патрона. Верхний конец штока имеет коническую нарезку для свинчивания с буровой штангой. В средней части штока укреплен хомут Е, в гнездах которого помещаются две лапы, вращающиеся вокруг осей О и образующие клещи. Выше клещей помещается упорный фонарь Г. Корпус фонаря представляет собой пустотелый стальной цилиндр, оканчивающийся внизу раструбом. В наименьшем положении лапы фрейфала под действием пружин захватывают своими клещами головку патрона и увлекают его вместе с инструментом при подъеме



Фиг. 24.

балансира. В наивысшей точке подъема концы клещей заходят в конический раструб упорного фонаря. Под нажимом корпуса верхние концы лап клещей сближаются, а нижние расходятся и освобождают при этом головку патрона, который падает свободно вниз, скользя по штоку. Пружины упорного фонаря должны быть настолько тугими, чтобы они могли удерживать фонарь на месте во время удара клещей об его конический раструб.

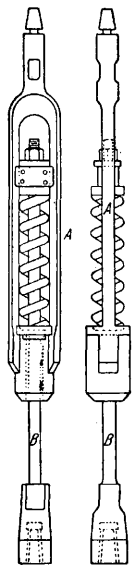
Фрейфал Мухтарова отличается от предыдущего тем, что в нем клещи закрепляются на штоке не при помощи хомута, а вставляются в сквозное отверстие, выдолбленное в утолщении штока. Лапы имеют изогнутую форму в виде ножиц, и нижние концы их, захватывающие головку патрона, прижимаются к нему пружинами. Для освобождения патрона в этом фрейфале верхние концы лап разводятся упорным конусом.

Пружинные ясы. Сложные и тяжелые автоматич. фрейфалы на практике часто заменяются пружинными ясами (фиг. 25). В патрон *A* с боковыми щелями входит шток *B*, на к-рый надета стальная пружина, упирающаяся нижним своим концом в выступающую часть головки патрона. Верхний конец пружины упирается в муфту, надетую на патрон и скользящую по нем.

Муфта при помощи клина соединена со штоком,двигающимся внутри патрона. Скорость, с к-рой движется голова балансира сверху вниз, достигает своего максимума в момент, когда балансир занимает горизонтальное положение, а затем равномерно убывает. Во время движения балансира подвижная часть бурового инструмента, подвешенная к пружине при помощи штока яса, сжимает пружину под влиянием инерции и, опережая ход балансира, производит удар долота о забой раньше, чем голова балансира достигает нижнего своего положения, при котором скорость его уменьшается до нуля. Существует несколько видоизменений описанной конструкции пружинных ясов, но все они основаны на одном и том же принципе.

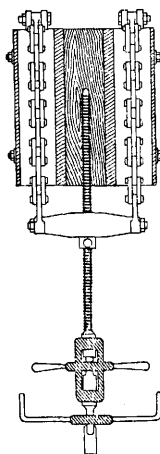
Буровые штанги заменяются квадратные, со стороны квадрата от 38 до 44 мм.

Длина каждой отдельной штанги 6,4 м. Для наращивания во время *B*. применяют также короткие штанги разной длины. Концы буровой штанги утолщены и образуют замок. Одна половина замка имеет муфту с внутренней нарезкой, в к-рую заворачивается вторая половина замка с внешней нарезкой. Для удобства быстрого свинчивания и развинчивания штанги муфты и концы имеют коническую нарезку. Утолщения на концах штанг служат для подвешивания штанг над устьем скважины и подхватывания их подъемным крючком при подъеме и спуске инструмента в скважину.

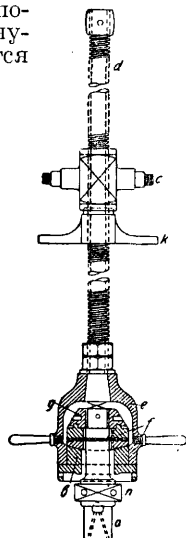


Фиг. 25.

Уравнительный винт служит для подвешивания буровых штанг к балансиру. Он дает возможность во время долбления постепенно опускать буровой инструмент по мере углубления забоя и подвешивается на цепях Галля к голове балансира (фиг. 26). В Баку получил широкое распространение уравнительный винт следующей конструкции (фиг. 27). На нижнюю конич. головку винта *d* надет патрон *e* и закреплен на нем неподвижно контргайкой. Внутри патрона помещаются



Фиг. 26.

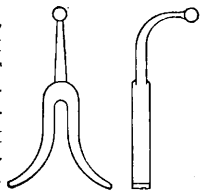


Фиг. 27.

стальные шайбы *f* с кольцевой прокладкой из шариков. На шайбах *f* лежит шайба *g*, в которую завернут на резьбе и закреплен шпилькой переводник *a*, оканчивающийся внизу муфтой с внутренней нарезкой для навинчивания на буровые штанги. Нижняя часть патрона снабжена внутренней нарезкой, куда заворачивается пробка *b*, имеющая сверху шаровую поверхность, соответствующую выпуклой поверхности шайбы *f*. Винт *d* вращается в гайке *c* с цапфами, посредством которых уравнительный винт подвешивается к балансиру на цепях Галля. Во время работы контргайка *k* закрепляет винт неподвижно в гайке *c*. Ручки для поворачивания буровых штанг укрепляются в расширении *n* переводника.

Инструменты для сборки бурового инструмента. Для подвешивания бурового инструмента над устьем скважины служит подкладная вилка (фиг. 28). Для свинчивания и развинчивания штанг употребляют особые ключи, состоящие из рукоятки и зева. Фрейфальный ключ и ключ для ударной штанги делают солидной конструкции с кольцом на конце рукоятки.

Инструменты для чистки забоя скважины. В начале *B*., когда глубина скважины незначительна, удаление буровой грязи с забоя производится открытыми или закрытыми бурами или простой



Фиг. 28.

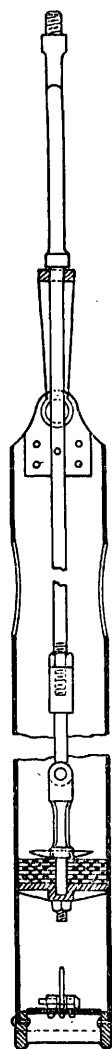
желонкой (фиг. 30), к-рые спускают в скважину на буровых штангах. По мере углубления скважины прибегают к поршневой желонке — так наз. американке (фиг. 29) или песочному насосу, к-рые спускаются в скважину на стальном канате.

**Производство Б.** По окончании подготовительных работ, заключающихся в постройке вышки, установке бурового станка, двигателя и других приспособлений, приступают к Б. скважины. Прежде всего опускают в шахту и устанавливают на дно шахтовую колонну, или кондуктор, состоящий обыкновенно из пяти клепаных труб, длиной 1,4 м каждая. Эта колонна укрепляется в центре шахты в вертикальном положении и служит направлением для Б. скважины. Затем опускают на штангах открытый или закрытый бур, смотря по породе в забое, вращают его по направлению движения часовой стрелки и выбуривают отверстие, диам. которого на 2—3 см меньше диаметра кондуктора.

По мере углубления скважины шахтовая колонна вместе с прикрепляемыми к ней трубами осаживается вниз под действием собственного веса, давящего винта или гидравлич. домкрата. Давильный винт (фиг. 31) состоит из винта А с крупной нарезкой и гайки В, укрепленной в ступенчатой шайбе D. Шайба своими уступами ложится на кромку обсадных труб. Верхняя часть винта А имеет цилиндрическое утолщение с двумя сквозными отверстиями, переходящее уступом в круглый стержень а, на который надета головка С. Последняя при задавливании колонны упирается в горизонтальный деревянный брус, удерживаемый на месте железными тягами, связанными с фундаментом вышки. Вращая винт при помощи ломов, пропущенных сквозь отверстия в утолщении, и вывинчивая его т. о. из гайки В, заставляют трубы под давлением винта опускаться вниз. Вместо винта иногда применяют для задавливании колонны труб гидравлический домкрат, который устанавливается на стальной крышке, надетой на трубы, и упирается скалкой в давящий брус.

Во время осаживания кондуктора вертикальность и прямолинейность его оси все время проверяют при помощи проверочного фонаря (фиг. 32). Опуская фонарь на различную глубину, получают последователь-

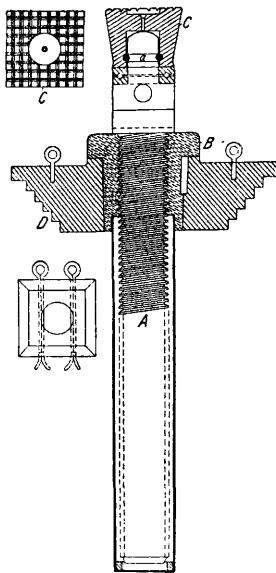
ные отметки острия гири отвеса и так. образ. судят об отклонении оси колонны от вертикального направления. Обыкновенно эту операцию продельвают в трех положениях фонаря: вблизи устья скважины, посредине ее и вблизи башмака колонны. Если ось колонны вертикальна и прямолинейна, то все три отметки должны совпадать. В противном случае получают две или три разных отметки на нек-ром расстоянии одна от другой. Замеченное отклонение, если оно незначительно, исправляют поворачиванием колонны вокруг ее оси, в противном случае приподнимают трубы и вновь расширяют то место, где замечено отклонение. Шахтовой колонной углубляются до 20—40 м, после чего последнюю задаввливают в грунт, а шахту затрамбовывают щебнем и заливают цементом. В шахтовую колонну до ее башмака опускают новую, т. н. рабочую колонну обсадных труб, диаметр которой на 50 мм меньше диаметра шахтовой колонны, и приступают к углублению скважины. Пользуясь подъемным барабаном бурового станка, спускают в скважину на штангах буровой инструмент, состоящий из долота, расширителя, ударной штанги и фрейфала или пружинного яса. Нарачивание штанг продолжается до того момента, пока долото не станет на забой скважины. Спущенный в скважину инструмент после соответствующего урегулирования фрейфала или яса подвешивают к балансиру, навинчивая муфту уравнильного винта на выступающий конец



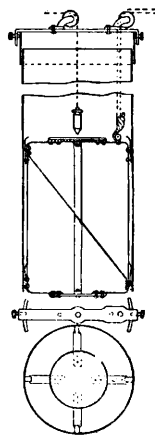
Фиг. 29.



Фиг. 30.



Фиг. 31.



Фиг. 32.

штанги, при чем голова балансира приводится в самое низкое положение. После этого пускают в ход станок, и балансир начинает качаться вверх и вниз. Вместе с балансиром движется и буровой инструмент, подвешенный к его голове. Падая вниз с высоты около 60—70 см, буровой инструмент развивает большую скорость, и долото, встретив забой, врезается в породу. При сбрасывании инструмента ключник поворачивает его на некоторый угол с таким расчетом, чтобы при падении инструмента вниз

боковые перья долота и резцов расширителя срезали на стенках скважины полосу, немного налегающую на полосу, срезанную во время предыдущего падения инструмента. Если угол поворота инструмента больше, чем нужно, то на стенках скважины получаются выступы (пропуски), которые в дальнейшем препятствуют вращению инструмента, задерживая долото или резцы. На удаление пропусков приходится затрачивать лишнее время, особенно при прохождении твердых пород, т. к. в этом случае необходимо по несколько раз трамбовать неправильно пройденное место. По мере углубления забоя ключник время от времени вывинчивает на ходу выравнивательный винт, пока последний почти весь не выйдет из гайки. Тогда останавливают балансир, освобождают выравнивательный винт от штанг, завинчивают его в гайку, навинчивают на конец штанг короткую штангу и, соединив опять штанги с уравниват. винтом, продолжают долбление.

По накоплению буровой грязи в забое буровой инструмент и штанги извлекаются из скважины. В скважину опускают американку на стальном канате, диам. ок. 20 мм (3/4 дм.), наверху на тартальный барабан. Когда американка достигает забоя, ее немного приподнимают и затем опять опускают на забой. Эту операцию повторяют 3—4 раза, а затем вытаскивают американку из скважины, опорожняют ее от грязи и вновь опускают в скважину. Очистив т. о. забой скважины, возобновляют долбление.

Величина углубления скважины в единицу времени, или, как говорят, «скорость проходки», зависит от: 1) степени твердости, устойчивости и т. п. качеств пород, пересекаемых скважиной, 2) глубины скважины и 3) диаметра скважины. Мягкие устойчивые породы дают возможность быстро углублять скважину. С увеличением глубины скважины средняя скорость проходки уменьшается, так как при этом много времени тратится на спуск и подъем бурового инструмента. В скважине большого диаметра углубление подвигается медленнее, чем в скважинах среднего диаметра. Средняя суточная скорость углубления (не считая случайных неполадок) для Бакинского района следующая:

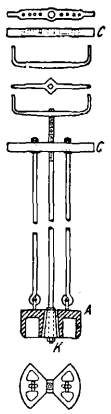
При глубине скважин в м.	0—200	200—300	300—400	400—500	500—600
Ср. суточная скорость проходки в м. . .	5,3	3,7	1,9	1,7	1,4

Довоенная стоимость одного пробуренного м скважины, включая сюда стоимость обсадных труб, была в среднем:

При глубине скважины в	300 м	400	500
»	»	»	»
»	»	»	»
	120 р.	150	185

Для крепления стенок скважины приходится периодически, по мере углубления скважины, наращивать колонну обсадных труб новыми звеньями. Для этого в муфту колонны устанавливают вертикально нижним концом своим приклепываемую трубу (или колено из двух-трех труб), следя, чтобы отверстия для заклепок в муфте и нижнем конце приклепываемой трубы совпадали, и после этого при помощи клепальной машин-

ки (фиг. 33) приклепывают трубу пистонными, или потайными, заклепками. Клепальная машинка помещается внутри приклепываемой трубы в таком положении, что нижние бабки *A* приходятся против отверстий в муфте, в которые вставляют пистонные заклепки, а верхняя переключина *C* опирается на кромку верхней муфты и поддерживает машинку на весу. Вращением винта заставляют его вывинчиваться из переключины *C* и увлекать за собой клин *K*, который раздвигает обе бабки *A* и прижимает их к стенкам трубы. Конец пистонной заклепки, упирающийся в бабки, расклепывается при ударе кувалдой по другому концу и образует



Фиг. 33.

предварительно раззенкованное отверстие в трубе. Потайные заклепки вставляются в отверстия изнутри приклепываемой трубы особым приспособлением, подаваемым, до спуска в трубу клепальной машинки. Герметические трубы завинчивают вручную в муфту предшествующей трубы посредством особых цепных или шарнирных ключей. Спуск колонн обсадных труб и последовательное наращивание их продолжается до тех пор, пока башмак не достигнет требуемой глубины. Перед спуском следующей колонны, в целях экономии, а иногда по технич. соображениям, верхнюю часть установленной колонны обсадных труб обрезают на 10—20 м выше башмака предыдущей колонны и срезанную часть извлекают из скважины.

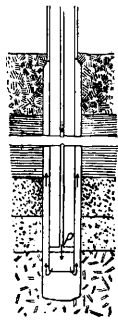
Расход на крепление составляет значительную часть всего расхода на Б. скважины. В зависимости от конечной глубины и конечного диам. скважины, сорта обсадных труб (клепанные или герметические), а также от особенностей проходимых пород, на 1 м проходки скважины расходуется труб по весу от 150 до 300 кг. При современной стоимости 1 кг клепанных труб в 32 к. и герметич. в 44 к. стоимость крепления одного м скважины обходится в среднем от 60 до 130 руб.

Тампонаж скважин. В месторождениях нефти водоносные и нефтеносные пласты б. ч. чередуются между собой в различных группировках (см. *Воды нефтяных месторождений*). Основная задача при Б. нефтяных скважин — изолировать водоносные пласты от нефтеносных с целью преградить воде доступ в последние. Для изоляции водоносных пластов последние перекрывают при Б. водонепроницаемой крепью или, как говорят, делают тампонаж скважины. Выбор способа тампонажа зависит от того, с какого рода водой приходится иметь дело. Верхняя, а также промежуточная вода могут попасть в нижележащий нефтяной пласт либо через швы и муфты клепанных обсадных труб, либо по кольцевому зазору между обсадными трубами и стенками скважины. В этих случаях тампонаж скважины заключается: 1) в заполнении водонепрониц. материалом кольцевого пространства между наружной поверхностью

клепанных обсадных труб и обнаженными стенками скважины, а также кольцевого пространства между клепаными обсадными трубами, 2) в применении герметических труб, 3) в образовании различного рода искусственных сальников, преграждающих воде доступ в скважину из затрубного пространства мимо башмака колонны, и 4) в задавливании башмака колонны обсадных труб в глину, образующую водонепроницаемую перегородку. На практике указанные приемы комбинируются в одной и той же скважине. В случае проникновения в скважину нижней воды тампонаж сводится к образованию водонепроницаемой пробки, плотно закрывающей отверстие, пробуренное в водонепроницаемом пласте, отделяющем нефтеносный пласт от водоносного.

Клепанные обсадные трубы легко пропускают воду через муфты и швы. Чтобы сделать такое крепление водонепроницаемым, заполняют жидким раствором портланд-цемента промежутки между стенками скважины и обсадными трубами, начиная с башмака, а также кольцевой зазор между двумя смежными колоннами обсадных труб. Затвердевая, цементный раствор образует водонепроницаемую перегородку, предохраняющую скважину от проникновения в нее воды через неплотности в трубах или по затрубному пространству из-под башмака колонны. После заливки цементного раствора в скважину рекомендуется оставлять последнюю в покое около двух-трех недель во избежание образования трещин в цементе от сотрясений при возобновлении работы. В последнее время в Америке начали прибавлять к цементному раствору различного рода патентованные порошки или жидкости, ускоряющие процесс затвердевания, а следовательно сокращающие продолжительность остановки работ. Для заливки цементного раствора в междутрубное пространство употребляют толстостенные трубочки, диам. от 15 до 40 мм, в зависимости от величины зазора между обсадными трубами. Эти так наз. заливочные трубочки пропускают по возможности глубже в зазор, до того места, откуда предполагают начать заполнение междутрубного пространства. В противном случае цементный раствор не доходит до требуемой глубины, образуя пробку в зазоре.

Чтобы предохранить обсадные трубы от смятия вследствие давления, оказываемого залитым в затрубное пространство жидким раствором цемента, внутри обсадных труб засыпают на некоторую высоту пробку из глины. Промежуток между стенками скважины и трубами над башмаком последней обсадной колонны заполняют цементным раствором, вводя последний снизу вверх под башмак. Сущность этого способа, называемого под-



Фиг. 34.

башмачной заливкой, заключается в том, что в нижней части колонны (фиг. 34) выше башмака устраивается герметич. перегородка  $P$ , имеющая в центре сквозное отверстие, в которое входят заливочные трубочки. Це-

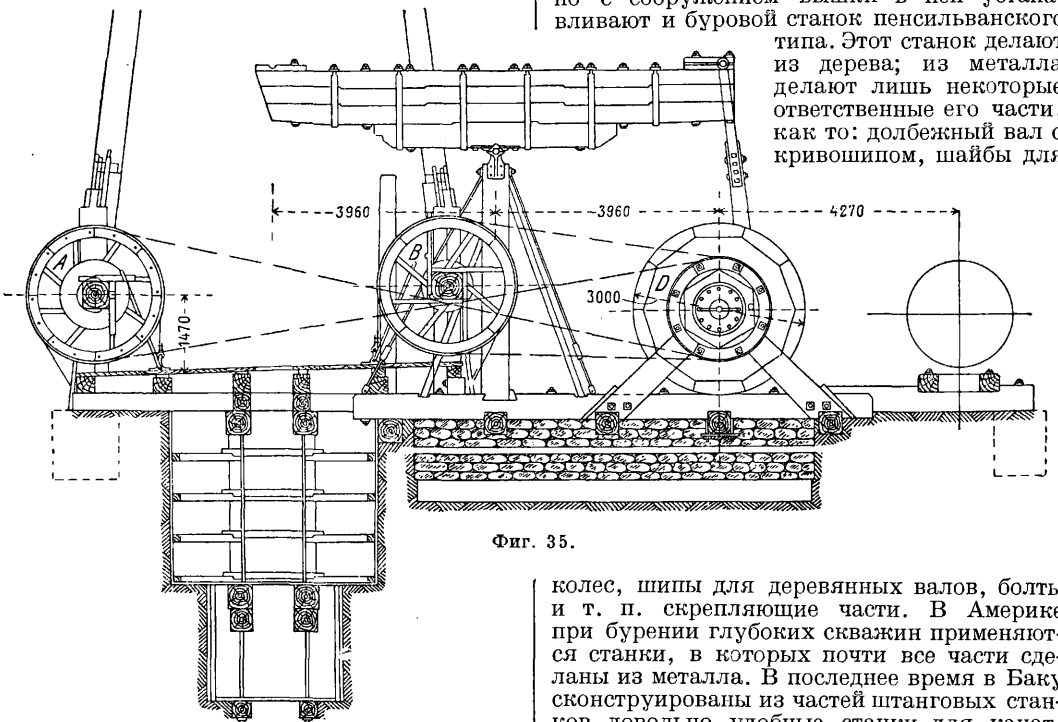
ментный раствор, поступающий по трубочкам в пространство ниже перегородки  $P$ , поднимается в затрубное пространство под давлением веса столба цемента, а если этого недостаточно, то проталкивают его насосом. В затрубном пространстве цементный раствор может быть поднят на высоту около 100 м, образуя водонепроницаемую рубашку вокруг обсадных труб.

При креплении скважины герметическими винтовыми обсадными трубами верхняя вода может проникнуть в забой скважины только по затрубному пространству из-под башмака колонны, если трубы не повреждены и плотно свинчены. Тампонаж таких скважин сводится к созданию водонепроницаемой перегородки у башмака колонны или на некоторой высоте над башмаком. Если ниже водоносного пласта залегает более или менее плотная глина, то для прекращения доступа воды в скважину задавливают башмак герметической колонны либо прямо в забой, находящийся в глиняном пласте, либо предварительно пробуривают в глине отверстие несколько меньшее, чем наружный диаметр башмака. В этом случае башмак врезается своей острой кромкой в глину, которая образует водонепроницаемую перегородку вокруг внешней поверхности башмака. Если пласт глины имеет малую мощность или она песчаниста, то перед задавкой башмака наливают через заливочные трубочки в забой на некоторую высоту (несколько м) цементный раствор, который после заливки башмака образует твердую пробку в затрубном пространстве выше башмака. Еще лучше применять в этом случае подбашмачную заливку цемента под давлением, как указано было выше, и затем произвести задавку башмака в глину. При этом цементное кольцо поднимается в затрубном пространстве на большую высоту и лучше заполняет все неровности и трещины в породах, чем при предыдущем способе.

Если скважина пробурена до водоносного пласта, расположенного ниже нефтеносного, и при этом пробит залегающий между ними водонепроницаемый пласт, то для восстановления изоляции между нефтяным и водоносным пластами заливают в забой густой раствор цемента. Для предохранения цементного раствора от разбавления водой во время спуска его на забой пользуются особыми желонками. Иногда устраивают железобетонную пробку; для этого куски старого стального каната утрамбовываются на забое и заливаются жидким цементом, к-рый спускается на забой в ведре или в банке из оцинкованного железа с коническим дном; такое ведро подвешивается к долоту и опускается вместе с инструментом на забой, где оно изрубается долотом и затрамбовывается вместе с содержимым.

Ловильные работы. Несмотря на все меры предосторожности, при Б. скважин нередко происходят случаи падения в скважину буровых инструментов и других железных предметов или отвинчивание или поломка частей бурового инструмента, к-рые при этом остаются в скважине. Иногда приходится тратить много средств и времени на извлечение этих предметов. Бакинские

буров. техники выработали весьма совершенные способы ловильных работ и сконструировали для этой цели много разнообразных ловильных аппаратов. Ловильные инструменты по способу захвата ловимого предмета распределяются на следующие категории: 1) крючки или удочки, захватывающие извлекаемые из скважины предметы за выдающиеся части или отверстия в них; 2) инструменты с подвижными плашками, к-рые при надевании инструмента на выступающую часть извлекаемого предмета свободно пропускают его, а затем при подтягивании кверху захватывают его; 3) инструменты, навинчивающиеся на извлекаемый предмет (колокола) или ввинчивающиеся в его отверстие (метчики); одновременно они нарезают также резьбу на извлекаемом предмете; 4) наконец, инструменты в виде клещей, лапы которых закрываются вращением штанг.



Фиг. 35.

служащих для их спуска, и захватывают плоские предметы, не имеющие выступающих частей. Выбор необходимых ловильных инструментов зависит от рода неполадки и от того положения, какое занимает в скважине извлекаемый предмет. Для определения положения упавшего или оставшегося предмета в скважину спускают на штангах особые приборы—п е ч а т и, нижняя поверхность к-рых покрывается пластичным материалом, оставляющим отпечатки предметов, находящихся в скважине. Встречающиеся на практике неполадки чрезвычайно разнообразны и сложны, вследствие чего невозможно заранее указать, как должен поступить бурильщик в каждом отдельном случае, и его опытности и находчивости необходимо предоставлять выбор способа ловли и вида ловильного инструмента. **И. Венслер.**

**4. Канатное Б.** (пенсильванский способ). Этот способ, вывезенный из Китая, впервые был применен во Франции в 1827 г. для Б. артезианских колодез, а затем распространился по всей Европе и Америке. В Пенсильвании выработалась постепенно особая, т. н. пенсильванская, система Б., к-рая отсюда и перешла к нам, сначала в Грозненский район, затем в Кубано-Черноморский, а в последние годы и в Бакинский район. При этой системе буровой инструмент спускается в скважину на канате из манильской пеньки или из стальной проволоки. Наиболее употребительные канаты из манильской пеньки имеют диам. 37—63 мм ( $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$  дм.); стальные канаты у нас имеют диам. 28—32 мм ( $1\frac{1}{8}$ — $1\frac{1}{4}$  дм.), а в Америке—25, 20 и даже 18 мм. Для канатного бурения применяют буровые вышки америк. типа или железные (в Америке), высотой 22—25 м. Одновременно с сооружением вышки в ней устанавливают и буровой станок пенсильванского типа. Этот станок делают из дерева; из металла делают лишь некоторые ответственные его части, как то: долбежный вал с кривошипом, шайбы для

колес, шипы для деревянных валов, болты и т. п. скрепляющие части. В Америке при бурении глубоких скважин применяют станки, в которых почти все части сделаны из металла. В последнее время в Баку сконструированы из частей штанговых станков довольно удобные станки для канатного Б. Пенсильванский канатный буровой станок (фиг. 35) состоит из главного вала *D* с насаженными на него кривошипом и тремя деревянными шкивами, из к-рых большой, диам. в 3 м, служит для передачи ремнем движения от двигателя (обычно—паровой машины). Второй деревянный шкив, диаметром в 1,8 м, плотно соединен с первым; он имеет на ободе три ручья для канатной передачи к талевому валу *B*, к-рый служит для наматывания каната, идущего от талевого блока для подъема и спуска тяжелых колонн обсадных труб. Третий шкив, тоже в 1,8 м диаметром, имеет на ободе три ручья для передачи движения от главного вала перекрещивающимися канатами (в Грозном—струнами) валу *A* для наматывания инструментального каната (инструмент. вал), на котором подвешен инструмент во время

колес, шипы для деревянных валов, болты и т. п. скрепляющие части. В Америке при бурении глубоких скважин применяют станки, в которых почти все части сделаны из металла. В последнее время в Баку сконструированы из частей штанговых станков довольно удобные станки для канатного Б. Пенсильванский канатный буровой станок (фиг. 35) состоит из главного вала *D* с насаженными на него кривошипом и тремя деревянными шкивами, из к-рых большой, диам. в 3 м, служит для передачи ремнем движения от двигателя (обычно—паровой машины). Второй деревянный шкив, диаметром в 1,8 м, плотно соединен с первым; он имеет на ободе три ручья для канатной передачи к талевому валу *B*, к-рый служит для наматывания каната, идущего от талевого блока для подъема и спуска тяжелых колонн обсадных труб. Третий шкив, тоже в 1,8 м диаметром, имеет на ободе три ручья для передачи движения от главного вала перекрещивающимися канатами (в Грозном—струнами) валу *A* для наматывания инструментального каната (инструмент. вал), на котором подвешен инструмент во время



бурения. Все валы лежат на деревян. стойках, укрепленных раскосами к фундаменту станка или к ногам вышки. Инструментовый и талевого валы делаются из крепких пород дерева и имеют на концах железные шипы, которые лежат в баббитовых подшипниках, укрепленных на вышеуказанных стойках. Оба вала имеют тормозные диски с железными тормозными лентами. У талевого вала укрепляется вертикальная стойка, на к-рой на металлической подушке лежит балансир, состоящий из 3 или 4 брусьев, врубленных друг в друга и соединенных болтами и хомутами. На переднем конце балансира, над устьем скважины, подвешивается уравнительный винт, а к заднему концу балансира прикрепляется при помощи железного хомута деревянный шатун. Нижний конец шатуна имеет подшипник с затяжным клином; во время долбления буровой скважины этот подшипник надевается на палец кривошипа главного вала.

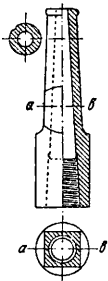
Работа такого станка происходит след. обр. Чтобы начать спуск инструмента в скважину, шатун снимают с пальца кривошипа, а передаточные канаты (струны) с талевого вала. Собранный буровой инструмент прикрепляют с помощью особого переводника к одному концу бурового каната. Другой конец последнего перекидывается через ролик на головке вышки и наматывается на инструментовой вал, пока инструмент не повиснет над устьем скважины. Тогда сбрасывают с шкива инструментowego вала передаточные канаты, и инструмент спускается в скважину под действием собственного веса, при чем скорость спуска инструмента в скважину регулируется тормозом. Такой спуск инструмента в скважину, при глубине ее, напр., в 600 м, продолжается ок. 8 мин., между тем как при штанговом Б. на эту операцию требуется ок. 1½ ч. По достижении инструментом забоя наклоняют голову балансира и в таком положении закрепляют на канате зажимы уравнительного винта. Т. о. инструмент, подвешенный к голове балансира, будет следовать ее колебаниям и при каждом опускании ударять долотом о забой. Для подъема инструмента натягивают буровой канат поворотом инструментowego вала, освобождают зажимы уравнительного винта и наматывают канат на инструментовой вал. Когда инструмент выйдет из скважины, ход паровой машины замедляют, сбрасывают струны с инструментowego шкива, нажимают на рукоятку тормоза, и инструмент остается подвешенным над устьем скважины. Быстрый спуск и подъем инструмента при канатном бурении является одним из главных преимуществ его перед штанговым бурением.

Когда буровой инструмент спущен в скважину и буровой канат закреплен в зажимах уравнительного винта, приступают к долблению. Балансир делает от 30 до 40 качаний в минуту, и работа персонала сводится к повертыванию долота на некоторый угол после каждого удара для придания скважине круглого сечения. При работе на манильском канате с инструментowego вала свивают несколько оборотов каната и укладывают их по полу вышки вокруг сква-

жины; затем продевают круглый стержень в кольца зажимов уравнительного винта и при помощи этого стержня закручивают несколько канат в одну сторону после каждого удара долота о забой, а после этого медленно раскручивают его в обратную сторону. Если Б. ведется на стальном канате, то вращать долото вышеуказанным способом в виду жесткости каната невозможно; если же для этого несколько больше спустить канат с инструментowego вала, то свободная часть его может свернуться в такие петли, что канат придется рубить и тем сделать его неудобным для дальнейшей работы. Поэтому при работе на стальном канате свивают с инструментowego вала не более 15 м; эту часть спускают с подъемного ролика и навивают кругами на стержни, продетые в петли уравнительного винта. В этом случае при долблении головку уравнительного винта вращают все время в правую сторону, т. е. по часовой стрелке, при чем в эту же сторону вращаются и нижняя часть каната вместе с инструментом и верхняя часть, намотанная на стержнях вокруг уравнительного винта. Число качаний балансира, в зависимости от глубины скважины, от 30 до 40 в минуту. По накоплении в скважине буровой грязи инструмент вынимают и очищают забой посредством обыкновенной американской желонки.

Буровой и н с т р у м е н т для канатного Б. состоит из долота, расширителя, ударной штанги, яса и канатного переводника (ропсокета). Долото, расширитель и ударная штанга весьма сходны с инструментами, применяемыми при бакинском штанговом бурении, и разница существует только в отдельных размерах и нарезках соединений. Употребление яса необходимо во всех случаях, когда происходит нек-рое передвижение инструмента относительно каната, например при подпрыгивании инструмента во время выдергивания его из породы, при перепуске каната во время долбления, и т. д. Кроме того звук, издаваемый звеньями яса при ударе друг о друга во время долбления, дает ключнику необходимые указания для регулирования длины каната посредством уравнительн. винта. Самая верхняя часть инструмента, ропсокет, представляет собой замок, соединяющий жестко буровой канат с ясом (фиг. 36). Ровно отрезанный конец бурового каната вводится через узкую часть коническ. отверстия замка, пряди слегка расплетаются, и некоторые проволоки в них загибаются для образования утолщения, к-рое затягивается обратно и заклинивается в коническом отверстии. Для надежности этот узел заливают через широкое отверстие расплавленным баббитом.

В Грозненском районе применяют круглые канаты из проволоки тигельной стали с пеньковой сердцевинной в прядях и в самом канате. Диаметр каната 30 мм, диам. проволоки 1,6, 1,88 и 2,1 мм, число прядей—6, число проволоки в пряди от 19 до 24. Проволока свита в пряди налево, а пряди свиты в канат направо, для того чтобы при



Фиг. 36.

вращения каната вправо во время долбления он не раскручивался. Вес 1 м каната ок. 4 кг. Тигельная сталь, из к-рой делается проволока, должна иметь временное сопротивление на разрыв не меньше 160 кг/мм<sup>2</sup>. Срок службы талевого каната около 1 г. при хорошем уходе и постоянной смазке. Расход бурового каната около 2 м на 1 м проходки. Для чистки скважины применяют канат диаметром в 18—20 мм ( $\frac{3}{4}$  или  $\frac{7}{8}$  дм.), навиваемый на отдельно установленный от бурового станка тартальный барабан. Иногда бурение ведут на канате из манильской пеньки, диаметром в 50—75 мм. Расход такого каната выражается в 6—8 м на 1 м проходки.

В Америке в устойчивых породах бурят без расширителя, одним долотом, и когда достигают определенной глубины, сразу спускают колонну труб для крепления стенок скважины и закрытия верхних вод от нижележащих нефтяных пластов. В менее устойчивых породах, напр. в Грозном и особенно в Баку, где требуется немедленное вслед за проходкой крепление стенок скважины, одновременно работают долотом и расширителем. В Америке при таких породах обычно проходят некоторое пространство одним долотом, затем расширяют его и тогда уже спускают в расширенное место обсадные трубы. Для крепления скважин при канатном Б. в Грозном и Баку применяются клепаные железные трубы, а при необходимости закрытия воды — винтовые герметич. трубы. В Америке вследствие малых диаметров скважин употребляются только винтовые герметич. трубы. Для закрытия воды при канатном бурении б. ч. применяют т. н. способ задавливания башмака в глину с нижней пробкой. Перед задавливанием водозакрывающей колонны в нерасширенное место ее приподнимают на несколько м, забрасывают почти до самого башмака хорошо промятую пластичную глину, спускают под башмак на канате особую деревянную пробку, закрывающую башмак снизу и не пропускающую глину в трубы, и начинают давить колонну труб вниз. При этом глина из-под башмака выдавливается пробкой в затрубное пространство и после задавки башмака в нерасширенное место образуется в затрубном пространстве водонепроницаемое соединение между трубами и породой. Для дальнейшего углубления скважины пробка вырубается.

Поломка инструмента и оставление его в скважине случаются при канатном Б. гораздо реже, чем при штанговом Б., что значительно уменьшает ловильные работы, да и сами ловильные работы здесь занимают много меньше времени, т. к. производятся большей частью на канате, а не на штангах. Быстрый подъем и спуск инструмента, более интенсивный удар долота о забой и меньшая затрата времени на ловильные работы значительно ускоряют проходку скважин канатным способом по сравнению с штанговым. Результатом этого являются большие выходы колонн, что в свою очередь дает возможность начинать скважины трубами меньших диаметров, чем при штанговом Б. Все это значительно удешевляет стоимость

скважины, пробуренной канатным способом. Эти преимущества сделали канатный способ бурения нефтяных скважин самым распространенным. Так, из нескольких сотен тысяч скважин, пробуренных в Америке, две трети пройдены канатным ударным Б. Особенно удобен этот способ для разведочных работ, при к-рых большею частью применяются передвижные станки, напр. автомобильные станки системы Стар, Кейстон и др. Во всех этих станках имеется четырехколесная прочная железная рама, на к-рой укреплены трубчатый паровой котел, паровая машина, буровой станок и высокая мачта с роликом наверху, заменяющая при бурении буровую вышку; через этот ролик перекидывают буровой канат, идущий с инструментального вала. Подвижными станками можно бурить скважины с начальным диаметром несколько меньшим, чем станками стационарного типа, но обычно разведочные скважины и не начинают большими диаметрами. Подобные станки большею частью передвигаются при помощи той же паровой машины, которая служит для буровых работ, при чем скорость передвижения колеблется от 3 до 6 км в час. Паровые котлы работают при давлении 12—15 atm. Мощность паровых машин 10—25 HP в зависимости от типа станка.

Работы по Б. нефтяных скважин канатным способом ведутся непрерывно круглые сутки, в три смены. Каждая смена состоит из ключника, тормозчика и двух рабочих. Заработная плата такая же, как и при штанговом Б. В общем, грозненские скважины, пробуренные канатным способом, обходятся дешевле бакинских штанговых. Скважина глуб. в 300 м по довоенным расценкам стоила ок. 25 000 р., глуб. в 600 м—100 000 р., в 800 м—150 000 р. и, наконец, глубиной в 1 300 м—ок. 250 000 р. Скорость проходки канатным Б. превосходит приблизительно в полтора раза скорость ударного штангового Б. Особенно сказывается это преимущество при более глубоком Б. **В. Борисевич.**

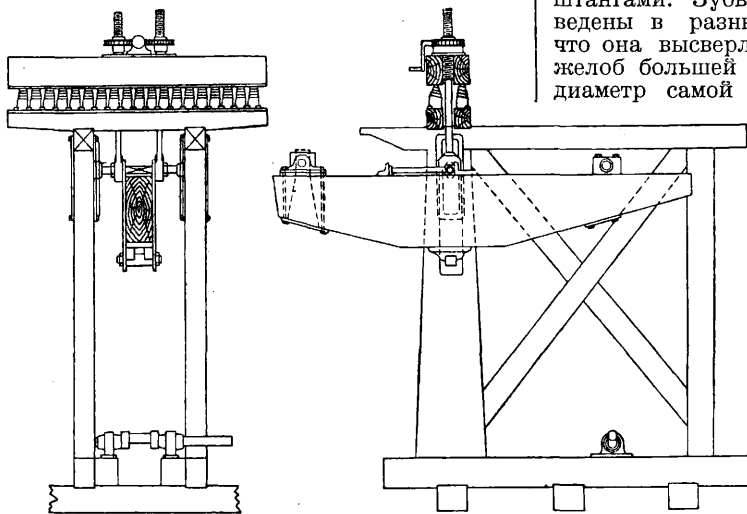
## II. Б. с промывкой забоя.

К этой группе Б. относятся: 1) ударное на непрерывной штанге (способ Фовелля), 2) ударное на непрерывной штанге быстроударными станками, 3) вращательное стальное и дробовое коронками, 4) вращательное долотом с промывкой забоя глинистым раствором, 5) вращательное алмазной коронкой и, наконец, 6) турбинное (турбобур инж. М. А. Капелюшников).

**I. Ударное Б. на непрерывной штанге** пригодно для неглубокого Б. во всех породах и в особенности при прохождении пород песчаных, пльвучих и глинистых, содержащих газы и дающих так наз. пробки. Долото при этом способе имеет вид лопатки с боковыми перьями и снабжено каналами для пропуска струи промывочной воды к лезвию. Для расширения скважины применяют расширитель типа Фаука, но только с центральным отверстием для пропуска жидкости. Промывочная жидкость накачивается ручным или приводным насосом. Такое бурение может применяться для глубин не более 200—250 м в виду быстрого

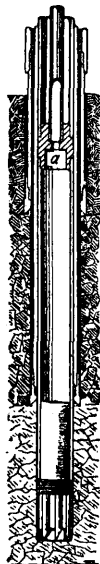
износа трубчатых штанг, непосредственно воспринимающих удары долота о забой.

**2. Ударное Б. на непрерывной штанге быстроударными станками.** При Б. станками «Рapid», «Раки» и др. долото с расширителем и ударной штангой также присоеди-



Фиг. 37 и 38.

няется непосредственно к трубчатым штангам, но для уменьшения вредного действия, оказываемого на штанги ударами долота о забой, штанги подвешиваются к балансиру (фиг. 37 и 38), лежащему на упругих пружинах, так что при наименьшем положении балансира долото немного не достает до забоя. Балансиру дают значительное число качаний, до 180 в минуту, при небольшом подъеме в 80—250 мм. При каждом качании, в момент наименьшего положения балансира, штанги, вследствие развившейся значительной живой силы, сжимают балансирующие пружины, и долото ударяет о забой. Вслед за ударом долота давление на пружины ослабевает, они поднимают балансиру в прежнее положение и натягивают штанги. Дальнейшее движение головки балансира вверх поднимает инструмент с забоя. Число пружин под балансиром меняется в зависимости от глубины и веса штанг и инструмента. Этот способ пока не получил большого распространения, хотя проходка в отдельных случаях шла гораздо скорее, нежели, например, при канатном способе. Так, в Баку одна скважина глубиной в 700 м была пройдена со средней скоростью 9 м в сутки, при чем в отдельные дни проходка составляла 25 м (в глинах и песках); в Вест-



Фиг. 39.

фалии в меловых мергелях производительность станка доходила до 250 м в сутки.

**3. Вращательное Б. стальной и дробовой коронками** применяется: стальной коронкой в породах мягких и средних, дробовой—

в твердых. Бур Каликс-Девис (фиг. 39) состоит из зубчатой стальной коронки и стальной толстостенной колонковой трубы почти одинакового диаметра с буримой скважиной. Колонковая труба при помощи переводника *a* соединяется с полыми штангами. Зубья коронки разведены в разные стороны так, что она высверливает кольцевой желоб большей ширины, нежели диаметр самой коронки и колонковой трубы, оставляя



Фиг. 40.

в середине нетронутый столбик породы. Промывочная жидкость, которая накачивается в штанги, проходит между столбиком породы и внутрен. стенкой колонковой трубы, вымывает с кольцевого забоя размельченную породу и выносит ее вверх по кольцевому пространству между стенками скважины и колонковой трубой. Та-

кая коронка с успехом применяется при Б. в глинах, сланцах, песчаниках и т. п. Для Б. в твердых породах применяется дробовая коронка (фиг. 40), представляющая собою стальной цилиндр с узким прорезом у нижней кромки. Закаленная стальная дробь ( $\varnothing = 2,5-10$  мм), подаваемая с поверхности вместе с промывочной жидкостью, проходит на дно скважины под колонку и при вращении последней разбуривает породу. Бур Каликс-Девис применяется при бурении скважин диаметром от 100 до 250 мм.

**4. Вращательное Б. с промывкой забоя глинистым раствором** получило в конце прошлого столетия широкое распространение в С.-А. С. Ш. (в Н. Орлеане и Луизиане) при Б. скважин для добычи воды. С 1911 г. этот способ широко распространился по всем нефтеносным районам Америки, гл. обр. в западной части С.-А. С. Ш., где почти полностью вытеснил канатный способ. Значительное распространение его наблюдается в последние годы и в главнейших районах Союза—Бакинском и Грозненском. В то время как до национализации нефтяных промыслов (1920 год) этим способом было пробурено в Баку и Грозном лишь несколько скважин, с 1921 г. этот способ начал вытеснять штанговое ударное бурение в Баку и канатное—в Грозном. В 1925/26 г. проходка этим способом в Баку достигает 53%, а в Грозном—23% от всей годовой проходки. К началу 1927 года в С. Америке было в работе свыше 10 000 вращательных станков, в Баку же число их доходило до 200, а в Грозном до 25. Это значительное развитие вращательного Б. объясняется быстротой работы и дешевизной этого способа. С 1911 по 1926 год в Северной Америке этим способом было пробурено около 50 000 скважин, средней глубиной свыше 600 м. При

вращательном Б. порода высверливается специальными быстро вращающимися долотами, срезающими ее своими острыми кромками или дробящими ее (при твердых породах) зубьями шарошек. Эти долота получают движение от вращения колонны трубчатых штанг, так наз. бурильных труб, диам. 65—150 мм. По этим трубам при Б. накачивают глинистый раствор, который через отверстие в долоте поступает к забоя и, двигаясь обратно вверх между штангами и стенками скважины, уносит с собой на поверхность измельченную долотом породу. Для крепления стенок скважины обсадными трубами штанги с долотом извлекаются из скважины, а затем уже спускаются обсадные трубы. Дальнейшее углубление скважины может продолжаться меньшим диаметром. Этот способ показал особую успешность в очень рыхлых и мягких породах, дающих обвалы и представляющих поэтому большие трудности при ударном бурении. Однако в последнее время с применением дисковых и особенно шарошечных долот этим способом проходятся довольно легко и твердые породы. Экономичность этого способа обуславливается как дешевизной самих буровых работ, так и уменьшением на 50% и больше стоимости крепления стенок. Последнее достигается большими выходами колонн труб из предыдущего башмака, до 600—800 м. Например, при ударном штанговом Б. скважину, глубиной в 800 м, начинают трубами диам. в 1,2 м и, спустив от 12 до 16 колонн, заканчивают трубами в 300 или 250 мм; при ударно-канатном способе ее начинают трубами в 550—650 мм и, спустив 6—8 колонн труб, заканчивают скважину трубами в 250—200 мм; при вращательном же способе начинают с 400 мм и при двух или, редко, трех колоннах труб заканчивают 200 или 150 мм. Далее одним из крупных достоинств этого способа является глинизация стенок скважины промывочным раствором, служащая во многих случаях хорошим тампонирующим средством. К недостаткам этого способа Б. относится трудность точного определения проходимых пород, которые размельчаются долотом и смешиваются с раствором глины. В последнее время буровые техники обратили на это внимание, и уже имеется несколько приспособлений для отбора пород с забоя, но все эти способы связаны с затратой значительного времени и уменьшением скорости проходки. С усовершенствованием способов отбора пород вращательное Б. с промывкой можно будет с успехом применять и к разведочному Б., что значительно удешевит и ускорит эти работы. Другим недостатком этого способа является легко получающееся искривление скважины при крутом падении пластов и в тверд. породах. Это обстоятельство, затрудняющее тампонаж скважины, является иногда причиной отказа от рассматриваемого способа. При вращательном Б. с промывкой затрата энергии на единицу проходки меньше, нежели при ударном штанговом или канатном Б., т. к., во-первых, самый процесс разрушения породы (соскабливание ее долотом или дробление шарошками) требует меньшей затраты силы, чем при

откалывании долотом, а во-вторых, потому, что долото всегда работает на чистом, промывочном забое. Большая скорость вращательного Б. по сравнению с ударным объясняется тем, что не приходится тратить время на чистку забоя. Кроме того глинизация стенок скважины и непосредственное давление столба раствора (уд. в. 1,1—1,4) предотвращают обвалы пород, и поэтому можно крепить скважину после прохождения 600—800 м.

При Б. скважин вращательным способом, как и при ударном способе, сначала сооружают буровую вышку и устанавливают буровой станок; при бурении неглубоких разведочных скважин применяют специальные буровые станки с мачтами, которые выполняют роль вышки и несут на верхнем конце подъемный ролик. Устанавливают также мешалки для глинистого раствора, отстойные приспособления для очистки раствора от песка и так назыв. грязевые насосы для накачивания этого раствора в скважину.

Вращательные буровые станки в существенных частях все сходны между собой и различаются только конструкцией отдельных деталей. Они состоят из: а) главного трансмиссионного вала, б) лебедки, которая связана посредством цепной передачи с главным валом и служит для подъема и спуска инструмента и обсадных труб, и, наконец, в) вращательного стола, передающего вращение при помощи цепи от главного вала колонне буровых штанг и долоту. На главном трансмиссионном валу насажены зубчатые колеса для цепей Галля: одно — для соединения с двигателем, несколько колес (1—3) — для сообщения различных скоростей подъемному барабану лебедки и одно — для движения вращательного стола. Иногда на главный вал насаживают зубчатое колесо для передачи движения глиномешалке. Движение от вала передается цепям Галля специальных, очень прочных, конструкций. На обоих концах главного вала, выступающих за стойки, наглухо насажены две катушки, служащие для подтягивания в башню с помощью перекинутого через них пенькового каната различных тяжестей, а также для свинчивания и развинчивания буровых штанг и обсадных труб. Ниже трансмиссионного вала лежит вал подъемного барабана лебедки. С обеих сторон этого барабана на одном с ним валу насажены зубчатые колеса (цепные звездочки) (одна, две или три), которые при помощи бесконечных цепей соединяются с соответствующими зубчатыми колесами трансмиссионного вала и служат для перемещения скоростей. Подъемный барабан состоит из двух чугунных или стальных шайб и наглухо зажатого между ними клепаного или литого цилиндра, диаметром 0,3—0,4 м и длиной 0,9—1,8 м, на который наматывается талевой канат. С шайбами барабана непосредственно соединены две тормозных шайбы с ленточными тормозами, с деревянными или из прессованного асбеста колодками. Оба тормоза управляются одной рукояткой. Длина барабана зависит от глубины скважины.

Вращательный, или поворотный, стол (вращатель), устанавливаемый над

устьем скважины, служит для вращения колонны буровых штанг с долотом во время Б., а в некоторых новейших конструкциях станков, кроме того, для свинчивания и развинчивания штанг и обсадных труб. Он состоит из литой чугунной или стальной станины, укрепленной на шпалтовых брусках. На станине лежит поворотный круг. Горизонтальный вал приводится во вращение от главн. трансмиссионного вала цепной передачей или валом с конич. шестернями. Малая шестерня поворотного круга соединяется с валом при помощи кулачной муфты. На верхней части поворотного круга имеется приспособление, снабженное стальными роликами для зажима буров. штанг. Зажимное приспособление м. б. легко снято с поворотного круга, когда необходимо пропустить через центральное отверстие станины предмет большего размера. В виду того, что зажимные ролики своими острыми кромками сильно портят буровые штанги, в станках новейших конструкций это приспособление изменено. Для этого верхней, т. е. ведущей трубе, или штанге, которая во время Б. зажата роликами, придают форму квадратного сечения со стороной квадрата в 150 мм или же берут толстостенную трубу круглого сечения с толщиной стенок в 50—60 мм и на ней фрезером накрест выбирают четыре борозды, так что получается крестообразное сечение. Длина таких ведущих штанг достигает 12 м. Эти штанги зажимаются особыми клиньями, входящими в соответствующие углубления в поворотном круге. Во время Б. такая штанга, приводимая столон во вращение, может свободно опускаться по мере углубления забоя. Недостатком этого приспособления является то, что им нельзя вращать также обсадные трубы, и для этого необходимо иметь особые приспособления. В последних конструкциях делают подвижную часть стола двойной, при чем эти половины вращаются в одну сторону во время бурения и в разные стороны при свинчивании и развинчивании колонны штанг и труб. В настоящее время изготовляют столы разных размеров (380, 400, 500, 600 и 650 мм) в зависимости от диаметра труб верхней колонны.

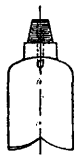
**Двигатели**, применяемые при вращательном Б., д. б. приспособлены для реверсивного хода и изменения числа оборотов. Широкое применение в последнее время начали получать электродвигатели с переменной скоростью. Обычно устанавливают для бурового станка электромотор в 75 HP и для грязевых насосов в 50 HP. Наиболее распространенным двигателем для вращательного бурения является реверсивная паровая машина, по большей части одноцилиндровая, редко—двухцилиндровая, мощностью в 30—45 HP; в этом случае применяют и паровые насосы. Бурильщики дают предпочтение паровой машине перед другими двигателями, потому что она допускает большую временную перегрузку, что часто требуется при буровых работах; кроме того, она дает наибольшую гибкость в скоростях, а главное—обеспечивает от внезапных остановок и непрерывно в работе насосов во время бурения, когда инструмент спущен в скважину.

Для непрерывного накачивания глинистого раствора обычно устанавливаются два насоса, чтобы не останавливать циркуляции раствора при порче или ремонте одного из них. При паровой силе устанавливают для подачи раствора паровые сдвоенные насосы с производительностью от 400 до 800 л в минуту, с рабочим давлением до 25 atm. Обычно при нормальной работе это давление держится в пределах 5—8 atm, но в случае обвала или для захвата инструмента применяют повышенное давление до 20—25 atm и выше. При применении электрической энергии для бурения грязевые насосы приводятся в действие электромоторами при помощи ременной или цепной передачи. В последнее время изготовляют также насосы, у которых электромотор устанавливается при самом насосе и соединяется с ним зубчатой передачей. Выкидные линии обоих грязевых насосов соединяются в одну общую линию, которая заканчивается стояком, высотой около 5 м, прикрепленным к стенке буровой башни. К верхнему концу стояка прикрепляется гибкий резиновый шланг, другой конец которого соединяют с наконечником вертлюга, наверху стояка на верхний конец колонны буровых трубчатых штанг. Длина гибкого шланга 10—12 м, при диаметре 50—75 мм. Глинистый раствор, накачиваемый так. обр. через стояк, гибкий шланг и вертлюг, поступает в скважину у забоя через отверстия, имеющиеся специально для этой цели во всех буровых инструментах, применяемых при этом способе Б. Захватив размельченную долотом породу, раствор выливается на поверхность из скважины в систему деревянных желобов, в к-рых он освобождается от песка и других твердых частей, оседающих на дно, и попадает в приемный чан с опущенными в него приемными насосами. Для изготовления глинистого раствора устраивают специальные глиномешалки. Наиболее простой тип глиномешалки—паровая. Она состоит из деревянного ящика, по дну которого проложены трубы диам. в 50 мм с отверстиями в 3 мм для выхода пара. Пар, выходя из этих отверстий, размешивает глину с водой очень быстро. Кроме этой конструкции, применяют еще механические глиномешалки с приводом от главного вала бурового станка. Для раствора употребляют глину, без примеси песка, имеющую способность долго оставаться в воде во взвешенном состоянии. Уд. вес применяемого раствора изменяется от 1,1 до 1,4. При прохождении мощных глинистых отложений можно вводить в скважину не глинистый раствор, а чистую воду, в которой растворяется измельченная при Б. глина. При прохождении же крупнозернистых песков и пористых пород, наоборот, необходимо качать в скважину более густой раствор. При необходимости закрытия глиной какого-либо пласта, в скважину сначала вводится жидкий раствор, а затем качают более густой раствор, к-рый осаждается на стенках в виде тонкого слоя глины. При прохождении рыхлых и сыпучих песков и пльвунов необходимо также подавать густой раствор глины. Надлежащая консистенция раствора избавляет

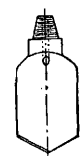
бурильщика от многих осложнений и увеличивает выходы колонн обсадных труб.

Перед началом Б. прежде всего в центре дна шахты вырывают, насколько возможно глубоко, круглую яму, в которую устанавливают кондуктор. Затем нижнюю часть шахты закладывают бутовым камнем и бетонируют, образуя основание для хомутов обсадных труб. Верхняя часть кондуктора доходит до самого пола вышки. На небольшом расстоянии от пола (0,2—0,3 м) в трубе кондуктора прорезается сбоку отверстие, к которому присоединяется отвод из 125—150-мм трубы для стока грязевого раствора. В мягких и разрывающихся породах кондуктор иногда спускают на значительную глубину (20—50 м), с целью предотвратить размыв пород грязевым раствором вокруг шахты.

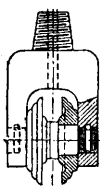
При бурении в мягких породах применяется плоское долото (фиг. 41) с острыми слегка загнутыми в сторону вращения кромками, получившее в Америке благодаря своей форме название «рыбий хвост» (fishtail bit). Это долото отковывают из специальной инструментальной стали. Иногда «рыбий хвост» заменяют пикообразным долотом (фиг. 42). Для



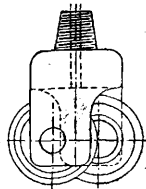
Фиг. 41.



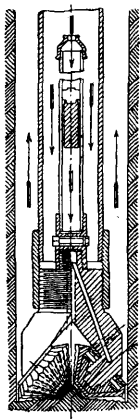
Фиг. 42.



Фиг. 43.



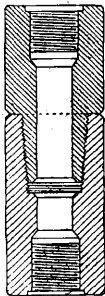
более твердых пород применяют долота с режущими дисками (см. фиг. 43) и, наконец, для очень твердых пород — долота с катящимися конусами-шарошками. Из последних наиболее распространено долото типа Шар-Юза (фиг. 44); оно состоит из двух свободно вращающихся конусов, сидящих на пальцах стального корпуса. Конусы имеют профрезированные по всей поверхности зубья, которые при вращении долота откалывают с забоя мелкие кусочки породы. Иногда сбоку корпуса устанавливаются вертикальные шарошки, которые обрабатывают стенки скважины. Все трущиеся части долота автоматически смазываются. Долота присоединяются к штангам при помощи специальных муфт, так называемых удлинителей.



Фиг. 44.

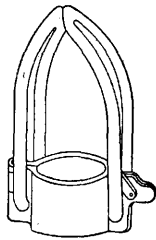
Буровые трубы с талевыми муфтами на резьбе, изготовляемые из бесшовных труб, с диаметром в 65, 75, 100, 125 и 150 мм, из хорошей стали, с высаженными концами, во избежание ослабления при нарезке. Чтобы не портить резьбу у штанг при отвертывании и свертывании их при спус-

ке и подъеме инструмента, их собирают отдельными звеньями из 3-4 труб, так называемыми свечами, и концы таких свеч снабжают специальными замками с конич. резьбой (фиг. 45), в которых и производится свинчивание и развинчивание инструмента при спуске и подъеме. Длина таких свеч достигает 6 м.



Фиг. 45.

Спуск и подъем штанг производится при помощи талевого блока; к нижним серьгам последнего прикреплен разъемный хомут, так называемый элеватор (фиг. 46), который и служит для подвешивания штанг.

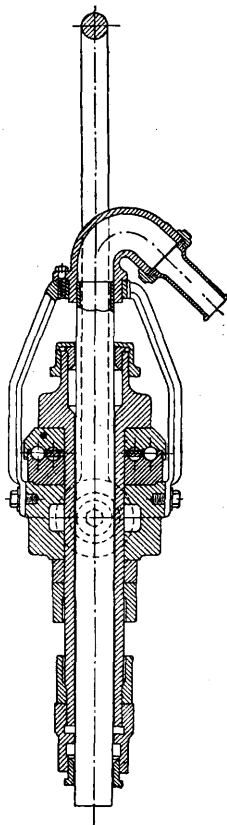


Фиг. 46.

Бурильщик поднимает талыми элеватор к верхним концам свеч, а рабочий, стоящий на верхних полатях, заводит элеватор под замок свечи, закрывает его, и свеча при дальнейшем подъеме подвешивается на талях. Рабочий, стоящий у устья скважины,

подводит нижний конец свечи к муфте долота или удлинителя, и когда бурильщик слегка опускает штангу, ее конец заходит в муфту, после чего рабочие заворачивают штангу в муфту и закрепляют соединение.

Когда при опускании долота со штангой элеватор почти подойдет к столу вращателя, буровую штангу закрепляют в столе клиньями, затем снимают элеватор, и бурильщик поднимает его вверх за следующей штангой. Когда долото почти достигнет забоя, на буровые штанги навертывают в ведущую штангу, а на нее вращающийся сальник — вертлюг (фиг. 47), который состоит из двух частей: нижней — толстостенной трубы с фланцами и сальником, которая ввинчивается в муфту ведущей штанги и вращается при бурении вместе с колонной буровых штанг, и верхней — отвода, закрепленного в сальнике, к-рый при вращении штанг остается в покое. Этот отвод соединяется со свободным концом гибкого шланга, идущего от грязевого насоса, и через него перекачивается глинистый раствор. В верхней части вертлюга имеется серьга, при помощи которой колонна штанг подвешивается к талевому блоку. Закрепив



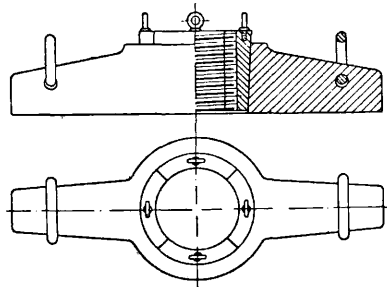
Фиг. 47.

ведущую штангу, бурильщик пускает в ход грязевой насос и, когда раствор начинает переливаться из скважины, включает цепную передачу от главного вала к столу, заставляя последний вращать всю колонну буровых штанг с долотом, со скоростью 70—120 об/м. Вместе с тем бурильщик медленно спускает инструмент до забоя, разбуривая в первое время осевшую во время подъема и спуска инструмента пробку. Во все время Б. необходимо держать инструмент на весу, лишь слегка нажимая долотом на породу, чтобы долото снимало стружку только такой толщины, при к-рой штанги не испытывали бы большого крутящего момента. В начале Б. вес штанг бывает незначителен, и долото приходится ставить на забой, чтобы получить достаточный эффект, но, по мере углубления скважины, вес колонны штанг увеличивается, и ее приходится тормозить и держать на весу.

Успех Б. всецело зависит от равномерности подачи инструмента и от соответственной нагрузки штанг. Если тормоз будет ослаблен больше, чем следует, то долото врежется глубоко в породу, нагрузка на штанги возрастет, и штанги могут сломаться. Поэтому в последнее время техники стараются исключить влияние бурильщика на ход долота и ввести автоматическ. подачу. Так, при работе электродвигателем устанавливают автоматич. выключатели, останавливающие мотор при чрезмерной нагрузке на штанги; в Америке применяется также автомат Хилда, регулирующий нагрузку на долото в зависимости от свойств породы; у нас в Баку применяется подобное же приспособление инж. М. М. Скворцова. Известны примеры, когда при Б. скважин глубже 2 000 м автоматом Хилда не было ни одной аварии из-за перегрузки штанг. Для предупреждения скопления больших кусков породы выше долота и захвата ими инструмента бурильщик через определенные промежутки времени, например каждые  $\frac{1}{4}$  ч., приподнимает инструмент на  $\frac{1}{2}$ —1 м, не останавливая вращения, и медленно проходит это место до забоя.

Для крепления применяют исключительно винтовые, т. н. америк., сварные или бесшовные трубы. В целях экономии диаметры колонн и толщину стенок труб подбирают так, чтобы вес колонн был наименьшим. Обычно в Америке скважины заканчиваются при диаметре в 165 или 112 мм ( $6\frac{1}{2}$  или  $4\frac{1}{2}$  дм.), у нас же, в Баку и Грозном—при 250, 200 и 150 мм (10, 8 и 6 дм.), оставляя 150 и 100 мм (4 дм.) в запасе на случай каких-либо неполадок. Начальный диаметр труб подбирают в зависимости от глубины скважины и числа водозакрывающих колонн. В Америке лишь очень редко применяют трубы с диам. больше 400 мм; наиболее употребительны: 318, 267, 210, 159, 114 мм ( $12\frac{1}{2}$ ,  $10\frac{1}{2}$ ,  $8\frac{1}{4}$ ,  $6\frac{1}{4}$  и  $4\frac{1}{2}$  дм.), реже—168 и 132 мм ( $6\frac{5}{8}$  и  $5\frac{3}{16}$  дм.). В Баку и Грозном для этих же целей применяют обычные у нас винтовые трубы, диам. от 50 до 100 мм, с интервалами через 50 мм. Чтобы ускорить спуск колонн и тем обеспечить бурение от образования обвалов и пробок, обсадные трубы также заранее свер-

тывают в колена по 2 или 3 трубы и в таком виде укладывают возле буровой. При спуске сначала затаскивают в буровую колена с накрученным на нижней части его башмаком, подхватывают его специальным элеватором и спускают в шахту, где и ставят на клиньях на зажимной хомут, или спайдер (Фиг. 48), лежащий на дне шахты на фундаментных брусьях. Затем элеватор освобождают и подхватывают им второе колена, поднимают



Фиг. 48.

его и завертывают нижний его конец в муфту ранее спущенного колена. Когда трубы хорошо соединены, их слегка приподнимают, чтобы освободить клинья подкладного хомута, и спускают колонну вниз до тех пор, пока элеватор и муфта накрутого колена не поравняются со столом вращателя. Спуск останавливают, колонну заклинивают, элеватор освобождают и опять посылают его за новым коленом. Спуск труб идет очень быстро: обычно колонну 200- или 250-мм труб, длиной в 700—800 м, успевают спустить за 3 вахты, т. е. в 24 часа. Иногда во время спуска колонна застревает, не дойдя до места («колонну захватывает»), и интенсивная прокачка глинистого раствора ее не освобождает. Тогда ставят под хомуты гидравлические домкраты и стараются ими поднять породы, чтобы освободить их от захвата породой. Часто во время такого захвата трубы сминает и их следует исправить; если же исправить не удастся, то их обрезают немного выше испорченного места, верхнюю часть вынимают, спускают специальный деревянный клин, обращенный толстым концом вниз, затем спускают на штангах пикообразное долото и стараются выйти скважиной в сторону от испорченного места и затем уже спустить в новую скважину предполагаемую колонну обсадных труб. Для предупреждения захвата труб перед спуском их проверяют скважину длинным долотом (3—3,5 м) с параллельными боковыми гранями, которыми и срезают все неровности стенок скважины. Трубы спускают в скважину, наполненную глинистым раствором, к-рый после задвки или цементировки башмака остается в затрубном пространстве и является тампонирующим средством. Кроме того, глинистый раствор, остающийся в затрубном пространстве, способствует тому, что трубы не застревают и м. б. в случае необходимости извлечены из скважины. Для того чтобы раствор не вышел из затрубного пространства после спуска колонны труб, создают между башмаком колонны и стенками

скважины плотное соединение при помощи затрубной подбашмачной заливки или, снабдив трубы сальником, задавливают башмак в водонепроницаемую породу (глину). Для задавки труб обычно выбирают мощные пласты глины, содержащей возможно меньше песка. Задавка будет тем лучше, чем плотнее соприкосновение между трубами и стенками скважины и чем больше протяжение этого соприкосновения.

Нормальное Б. производят долотом, ширина которого больше наружного диаметра труб и башмака по крайней мере на 25 мм. Поэтому для получения плотного соприкосновения труб с породой, перед задавкой пробуривают в глине ступенчатое отверстие, меньшего диаметра, чем наружный диаметр труб, сначала на 15, затем на 25 и, наконец, на 50 мм, и в это отверстие задавливают колонну труб. Башмак с острыми кромками врезается в этом случае в породу и, обрезая края скважины, проходит вниз до тех пор, пока трение труб о породу не остановит колонну. Если глины, в которые задавливается башмак, пластичны, неломки, не разбухают от воды и не размываются, то получается очень плотное соединение.

В последнее время обязательным условием хорошего тампонажа признается цементировка скважин. Цементировка нижней части затрубного пространства, иногда на высоту 100—200 м, производится заполнением этого пространства раствором цемента, накачиваемым или через обсадные трубы или через специальные трубы, спускаемые внутрь обсадных. В Америке наиболее распространена цементировка по способу Перкинса; у нас применяют подбашмачную цементировку с помощью фонаря. Способ Перкинса заключается в том, что скважину готовят к тампонажу, как для обычной задавки, и устанавливают через специальную крышку, укрепленную на обсадных трубах, циркуляцию глинистого раствора через затрубное пространство. Затем спускают в скважину на поверхность глинистого раствора деревянную пробку с кожаной манжетой и накачивают насосом в скважину, поверх этой пробки, намеченную порцию раствора цемента. Пробка под давлением столба цемента опускается, вытесняя глинистый раствор из труб через затрубное пространство на поверхность. Когда вся порция цемента будет налита в скважину, кладут вторую пробку с кожаной манжетой, навертывают на устье скважины крышку и через нее под давлением начинают накачивать насосом глинист. раствор, вследствие чего столб цементного раствора между двумя пробками начнет опускаться вниз. Когда нижняя пробка дойдет до забоя, цемент из труб начнет вытеснять глинистый раствор из затрубного пространства вверх, а сам будет занимать его место. Это происходит до тех пор, пока верхняя пробка не дойдет до нижней и весь цемент не войдет в затрубное пространство. Пробки подбираются такой длины, что, когда верхняя пробка дойдет до нижней, кожаная манжета первой, завернутая кверху, должна остаться в трубах и тем сразу остановить движение жидкости к забою (это видно на манометре

насоса, накачивающего глинистый раствор в скважину). В этот момент останавливают накачивание жидкости, колонну труб спускают в нерасширенное место и затем задавливают в него башмак, отделяя таким образом цементный раствор в затрубном пространстве от забоя скважины. После цементировки скважину оставляют в покое на некоторое время (14—28 дней), чтобы дать цементу окрепнуть, а затем высверливают пробки и продолжают буровые работы, испытав предварительно результаты закрытия воды понижением уровня раствора в скважине. Иногда применяют одну верхнюю пробку, а иногда цементируют совершенно без пробки, выдавливая цемент столбом воды или глинистого раствора. Применяемая в Баку ф о н а р я я подбашмачная заливка состоит в том, что в спущенную почти до забоя колонну труб спускают на 40- или 50-мм цементировочных трубах деревянный фонарь с верхней манжетой, который устанавливают на забой так, что верхняя часть его остается в трубах. На фонарь насыпают пробку из глины и песка, высотой от 20 до 30 м, и затем заливают через цементировочные трубы положенную порцию цементного раствора (от 30 до 50 бочек). Раствор, попав в фонарь, вытеснит глинистый раствор сначала из него, а затем и из нижней части затрубного пространства, поднимаясь иногда на 50—75 м выше башмака. Когда вся партия цемента залита, отверстие цементировочные трубы от фонаря (они соединяются с последним левой резьбой) и поднимают их, при чем остающееся в крышке фонаря отверстие закрывается специальной пробкой. Трубы промывают и вынимают из скважины, а последнюю оставляют в покое на 3—4 недели, после чего вырывают фонарь и продолжают буровые работы. Все способы закрытия воды требуют большой тщательности в выполнении отдельных операций; несмотря на безукоризненность выполнения их, тампонаж часто не удается, и его приходится повторять, а иногда даже вследствие повторных неудач забрасывать скважину, вынув обсадные трубы и затрамбовав ее глиной или же залив раствором.

При Б. скважины, особенно при разведках, необходимо иногда получать образцы пород, которые давали бы точное представление о проходимых на данной глубине породах. Кусочки измельченной породы, выносимые глинистым раствором на поверхность с различных глубин, перемешиваются между собою и не дают полной картины разреза скважины. Нек-рым, но весьма недостаточным указанием служит ощущение, испытываемое бурильщиком, стоящим на тормозе, при прохождении различных пород. Наиболее же достоверным способом получения разреза скважины является подъем с забоя неразрушенных колонок пород. Это производится ординарными или двойными колонковыми бурами. Наиболее простой ординарный бур представляет собой короткую трубу с длинными зубьями на конце, спускаемую на буровых трубчатых штангах. Этим буром осторожно выбуривают колонку длиной до 1 м, а затем сильно нажимают зубья на забой, отчего они загиваются



и при подъеме штанг отрывают и выносят колонку на поверхность. Из двойных колонковых буров с успехом может быть применяем бур, употребляющийся для этой цели в алмазном бурении.

Операции по подъему колонок пород требуют большой затраты времени и сильно задерживают проходку. В Америке средняя скорость проходки при вращательном способе достигает 100 м на один станок в месяц; такой же скорости достигают и в некоторых районах Баку, например в Сураханах. Общая проходка в 1925/26 году была принята по тресту Азнефть в 69 м на один станок, а по тресту Грознефть—74 м. В отдельных скважинах проходка достигает значительно больших размеров: например, в Сураханском районе нередко проходка достигает 350—400 м и больше на станок в месяц, а в Америке скважину в 230 м глубиной заканчивают в один сутки. Средняя стоимость одного *п. м* скважины зависит в каждом отдельном случае от глубины скважины, конструкции крепления, успешности проходки, стоимости силовой энергии и т. д. Средняя стоимость одного *п. м* проходки для скважин Бакинского района в 1925/26 году принята в 170 р., включая в эту сумму все расходы, т. е. стоимость оборудования буровых работ и крепления скважины. Средняя стоимость одного *п. м* скважины в С. Америке исчисляется около 120 р. Эту разницу нужно отнести за счет упрощенной конструкции крепления скважин и несколько более высокой средней проходки, обусловленной лучшим оборудованием и более высокой квалификацией буровых рабочих. Работы по Б. в С. Америке, как и у нас, ведутся б. ч. в 3 смены. Состав смены: в Америке—1 бурильщик и 3 рабочих, в Баку и Грозном—1 бурильщик и 4 рабочих; на 2-3 буровых скважины—1 буровой мастер.

**В. Борисевич.**

**5. Алмазное Б.** При вращательном алмазном бурении коронка, снабженная на нижнем конце алмазами, выбуривает кольцевую скважину так. обр., что центральная часть скважины вырезывается в форме цельного столбика. По мере опускания коронки, через каждые 2—8 м, Б. приостанавливают, штанги поднимают наверх и вместе с ними извлекают столбик, к-рый представляет собой натуральный образец пройденных пород. Сложенные вместе в последовательном порядке эти столбики (колонки) дают точную картину пройденных скважиной пород. В виду простоты и сравнительной дешевизны Б. этот способ получил большое распространение при разведке. Алмазное бурение дает возможность твердо установить наличие ископаемого, глубину и характер его залегания; оно получило особенное значение при разведках руды, а также угля; в последнее время оно стало применяться и при разведках на нефть. Кроме того, оно применимо и в инженерно-строительной практике для изысканий при тоннельных работах. Нужно, однако, иметь в виду, что алмазное бурение может с успехом применяться только для разведки твердых пород и гл. образ. пород однородной твердости. В породах неравномерной твердости, в трещиноватых и

сыпучих породах оно непригодно. Для разведочных работ в отдаленных и трудно доступных местностях алмазное бурение весьма удобно благодаря портативности бурового станка. Особенно выгодно оно для Б. неглубоких скважин с целью определения глубины залегания различных точек при составлении пластовых карт месторождения. Для этой работы применяются легкие переносные станки, которые приводятся в движение газOLIновым двигателем.

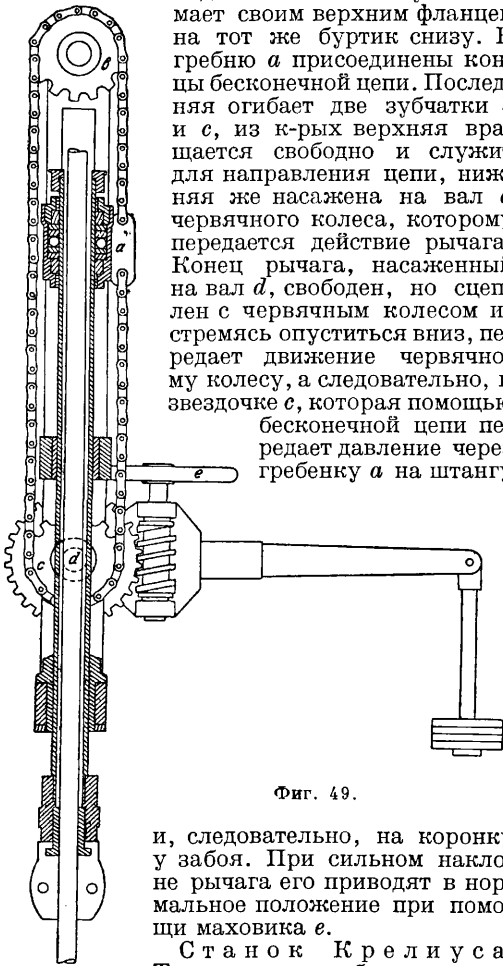
Для алмазбурения применяются ручные и приводные станки. Нагнетательный насос для промывки забоя устанавливается б. ч. отдельно от станка, для того чтобы промывка могла продолжаться и при остановке станка. В качестве подъемного сооружения при алмазо-бурильных станках служат или простая бревенчатая тренога или небольшая вышка с сараем, и в редких случаях—железная тренога.

При работе станка штанги одновременно получают вращательное и поступательное вниз движение. Вращение производится при помощи зубчатых передач разных систем, для спуска же штанг по мере углубления забоя служит пустотелый шпindel (патронная трубка), снабженный зубчатой, винтовой или гидравлической подачей и проходящий через втулку горизонтальной шестерни, от которой шпindel и получает вращательное движение.

Одной из наиболее ответственных частей алмазо-бурильного станка является механизм для регулирования давления и коронки на забой. Для успешности работы необходимо, чтобы на коронку, усаживаемую алмазами, действовало достаточно сильное давление, которое изменялось бы сообразно проходным породам и глубине скважины. Для этого служат особые приспособления, которые можно подразделить на несколько групп: а) нагрузка на штанги производится непосредственно действующим на них грузом; б) нагрузка на штанги производится помощью рычага с подвешенным к нему грузом; в) давление коронки на забой производится подачей пустотелого шпинделя, несущего штангу и снабженного винтовой нарезкой, при чем шпindel и гайка, через которую он проходит, вращаются с неодинаковой скоростью (дифференциальная подача); г) давление на коронку производится гидравлич. способом. Наиболее совершенным является гидравлич. способ, наиболее же простым и практичным нужно признать рычажный механизм, позволяющий легко производить разгрузку штанг и поднятие коронки над забоем. Непосредственная нагрузка штанг путем подвешивания груза имеет то неудобство, что при этом нагрузка на коронку может оказаться чрезмерной; дифференциальное же регулирование весьма сложно и в случае разнообразия проходимых пород представляет большие неудобства.

Рычажный регулятор давления изображен на фиг. 49. При помощи червяка и червячного колеса действие рычага с подвешенным грузом передается через звездочку и цепь на гребень *a*, соединяющий две втулки, надетые на шпindel, в котором зажата

штанга. Верхняя втулка при надавливании ее вниз нажимает своим фланцем на буртик шпинделя сверху; нижняя же втулка при надавливании снизу нажимает своим верхним фланцем на тот же буртик снизу. К гребню *a* присоединены концы бесконечной цепи. Последняя огибает две зубчатки *b* и *c*, из к-рых верхняя вращается свободно и служит для направления цепи, нижняя же насажена на вал *d* червячного колеса, которому передается действие рычага. Конец рычага, насаженный на вал *d*, свободен, но сцеплен с червячным колесом *e*, стремясь опуститься вниз, передает движение червячному колесу, а следовательно, и звездочке *c*, которая помощью бесконечной цепи передает давление через гребенку *a* на штангу



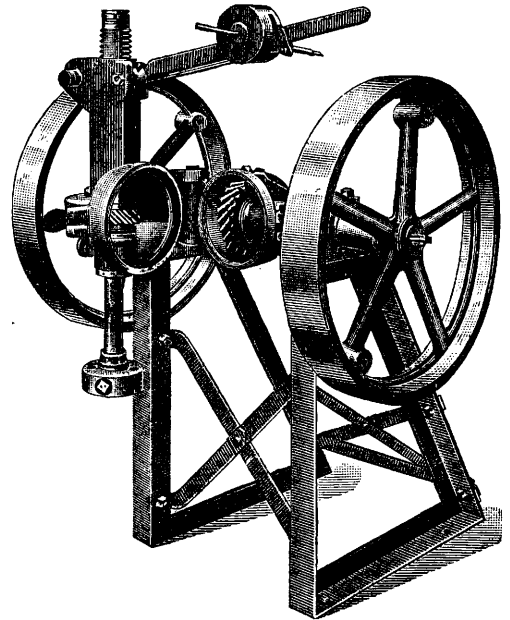
Фиг. 49.

и, следовательно, на коронку у забоя. При сильном наклоне рычага его приводят в нормальное положение при помощи маховика *e*.

#### Станок Крелиуса.

Типичным и наиболее распространенным станком с рычажным регулятором давления на коронку является станок Крелиуса (фиг. 50 и 51). На двух железных рамах, скрепленных между собою крестовинами, укреплены подшипники, на которых расположен сквозной вал с двумя шкивами по концам. Вращение производится при помощи двух взаимно перпендикулярных шестерен с винтовыми зубьями. Вертикальная шестерня навинчена на втулку горизонтального вала и может в случае необходимости вращаться на валу, если требуется бурить скважину под известным углом. Горизонтальная шестерня снабжена длинной втулкой *N* (фиг. 51), которая вставляется в чугунный патрубок *M*, расположенный в крышке кожуха и играющий роль подпятника для шестерни, при чем для уменьшения трения применяется вращение на шариках. Через втулку *N* проходит патронная трубка *O* с продольным пазом по всей длине, шириной соответственно шпонке шестерни внутри втулки. Т. о. при вращении горизонтальной шестерни вращается и патронная трубка, которая может иметь

также и поступательное движение вверх и вниз. В патронной трубке зажата винтами

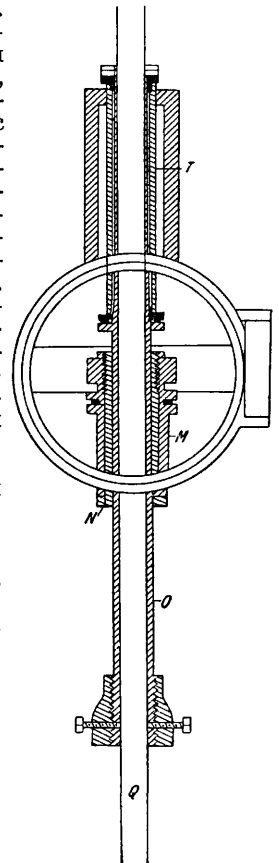


Фиг. 50.

штанга *Q*, которая вращается, а также получает поступательное движение вместе с патронной трубкой.

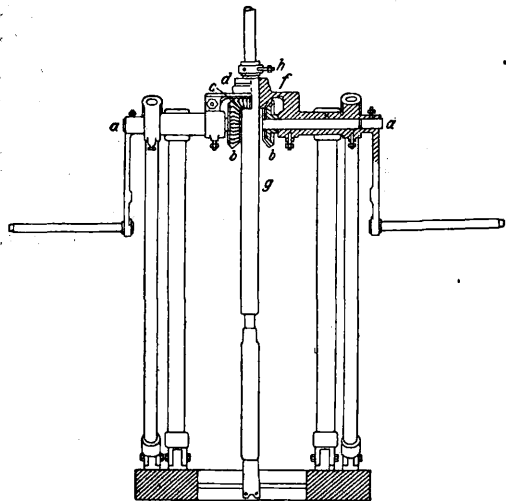
Цилиндр *T*, обхватывающий снаружи патронную трубку, сцеплен двумя зубчатыми рейками с шестерней, на которую действует собачка, расположенная в обхватывающей ее вилке, имеющей с шестерней общую ось вращения. К боковой наружной поверхности вилки прикрепляется конец рычага с передвигающимся грузом. Передвижением груза меняют давление на коронку. Станки этой системы с теми или другими видоизменениями строятся многими фирмами. Иногда сверлильный аппарат, лебедки и насос монтируются на общей платформе.

Станок Войслава (фиг. 52) регулирует давление на коронку непосредственной нагрузкой на штанги. Он состоит из двух валиков *a*, *a*, снабженных рукоятками и



Фиг. 51.

конич. шестернями *b, b*, которые сцепляются с конической шестерней *c*, насаженной на втулку *d*. Последняя укреплена в откидывающейся платформе *f*. В станках более поздней конструкции шарнирное соединение платформы с втулкой заменено прочной рамой, в верхнем отверстии к-рой вращается втулка *d*, а в боковых—валики *a, a*; снизу в ней имеется достаточно широкое цилиндрич. отверстие для бронзовой патронной трубки *g*. Последняя вместе с прилитой зубчатой рейкой, по ширине соответствующей пазу на втулке шестерни, проходит через



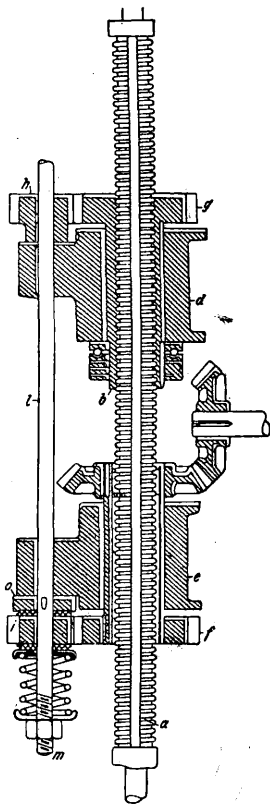
Фиг. 52.

втулку. Таким обр. вращательное движение шестерни передается патрон. трубке, к-рая вместе с тем может иметь во втулке и поступательное движение. Штанга пропускается через патронную трубку и закрепляется винтами *h* в верхней ее части. Следовательно, при вращении рукоятки происходит вращение штанги, при чем штанга вместе с патронной трубкой может свободно подниматься и опускаться. Откидная платформа может поворачиваться в вертикальной плоскости, и, таким образом, скважину можно бурить под желаемым углом.

Станки с дифференциальной подачей напоминают собой сверлильные станки для металла. Механизм дифференциальной подачи изображен на фиг. 53. Пустотелый шпиндель *a* с крупной прямоугольной нарезкой приводится в движение коническ. передачей. Втулка горизонтальной конич. шестерни, вращающейся в неподвижном подшипнике *e*, снабжена тремя шпонками, входящими в соответствующие пазы шпинделя *a*. На нижнем конце втулки закреплено зубчатое колесо *f*, которое передает вращение шестерне *i*, расположенной на стержне *l*. Шестерня *i* свободно насажена на стержне *l* и прижимается к диску *o* при помощи пружины и гайки *m*. Натяжением гайки можно увеличивать или уменьшать силу трения и вместе с тем и податливость этого предохранительного устройства. Вращение зубчатки *i* передается стержню *l* и шестерне *h*, к-рая в свою очередь передает

вращение шестерне *g* с длинной втулкой, снабженной гаечной резьбой, в точности отвечающей наружной резьбе шпинделя *a*.

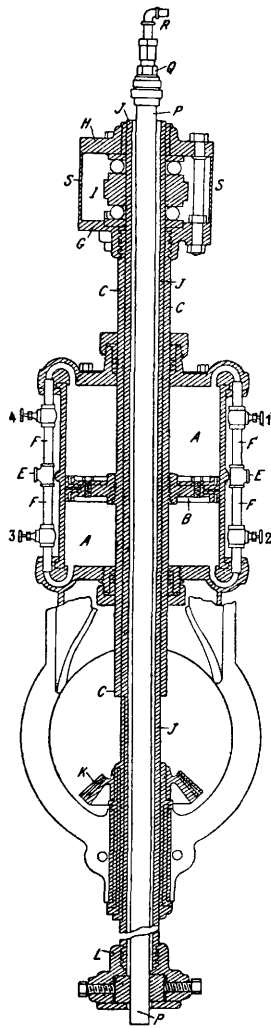
На нижний конец втулки *b* навернуто гаечное кольцо, скреплен. контргайкой. Между гаечным кольцом и подшипником *d* помещается кольцо антифрикционных шариков. Нарезка шпинделя *a* и гайки *b* левая; нижняя зубчатка *f* имеет 24 зуба, а зубчатка *i*—25 зубьев. Т. к. при Б. шпиндель с левой резьбой должен вращаться вправо, то для того, чтобы придать ему поступательное движение, гайка должна вращаться несколько быстрее. Поступательное движение шпинделя зависит от отношения зубьев у шестерен *h* и *g*. Обычно углубление коронки в очень твердых породах, напр. в кварцитах, принимается в 0,042 мм на один оборот, в крепких, как например в гнейсе, графите, порфире—0,084 мм, а в породах средней твердости—мраморах, песчаниках и т. д.—0,120 мм. Для обратного поднятия шпинделя освобождают гайку *m* и закрепляют стержень *l*; при этом зубчатка *g* становится неподвижной, и так как гайка и шпиндель имеют левую нарезку, то шпиндель поднимается вверх. Для определения величины давления коронки на забой применяются специальные приборы—индикаторы.



Фиг. 53.

Станки с гидравлич. подачей строят многие крупные америк. заводы. Из них наиболее распространены машины завода Сулливан. Фиг. 54 изображает гидравлич. питательный механизм: *A*—гидравлич. цилиндр, *B*—поршень, *C*—полый шток, укрепленный в поршне своей средней частью и проходящий через сальники в крышках цилиндра. Внутри штока *C* проходит полый вал *J*, а внутри последнего пропущена верхняя штанга *P*, закрепленная на валу *J* гайкой *L*. Полый вал *J* соединен с поршневым штоком *C* при помощи цилиндрич. коробки *SS*, нижняя крышка которой *G* навинчена на конец поршневого штока, а верхняя *H* скреплена с ней болтами. Между верхней и нижней крышками коробки *SS* находится буртик *I* полого вала. Благодаря такому соединению поступательное движение поршня и штока вверх и вниз передает такое же движение валу, а вместе с ним и штангам. Полый вал кроме того может

иметь вращательное движение, независимое от поршневого штока. Такое движение вал *J* получает от конической шестерни *K*.



Фиг. 54.

Во время перемещения поршня вниз и вращения вала буртик *I* давит вниз на нижний фланец, а при поднятии поршня буртик давит на верхнюю крышку. Для уменьшения трения между буртиками и крышками коробки имеются шариковые прокладки. На верхнем конце штанги *P*, проходящей через полый цилиндр, находится вертлюг *Q*, соединенный с рукавом насоса *R*. Вода поступает в питающий цилиндр через тройник *E* и вытекает через другой тройник *E*. От тройников идут трубки *F*, *F'*, концы которых сообщаются с отверстиями в верхней и нижней крышках цилиндра. На трубках *F*, *F'* имеются вентили 1, 2, 3, 4 для распределения жидкости. Регулирование движения штанг в этом механизме производится давлением воды на верхнюю поверхность поршня; давление измеряется манометром. Если порода твердая, и штанги опускаются медленнее, то давление в цилиндре увеличивается, и тогда можно уменьшить приток воды; при встрече мягких пород коронка углубляется быстрее, давление падает, и тогда подкачку воды нужно увеличить. Алмазные станки Сулливана имеют распространение в СССР и в других странах. Специально для разведок на нефть спроектирован станок типа *N* (фиг. 55) для бурения на глубину 700 м, снабженный 46-см гидравлическим цилиндром и приводимый в действие газолитновым двигателем в 30 л. Станок монтирован на жесткой стальной раме на колесном ходу, с широкими железными ободами. Самые большие станки Сулливана *FK* предназначаются для *B.* на глубине до 1600 м. В Америке изготавливаются также станки для алмазного *B.* с двумя гидравлическими цилиндрами.

Давление на колонну при гидравлическом питании легко подсчитать, зная давление воды, указываемое манометром, и разность площадей поверхности всего пор-

шня и сечения штока. Кроме этого давления, коронка испытывает добавочное давление от веса штанг, возрастающее с глубиной скважины. В америк. станках среднего размера вес инструмента, при глубине 30 м, составляет ок. 265 кг, что при коронке в 53 мм, выбуривающей столбики в 31 мм, дает на кольцевую поверхность коронки давление в 18 кг/см<sup>2</sup>. Проф. Войслав



Фиг. 55.

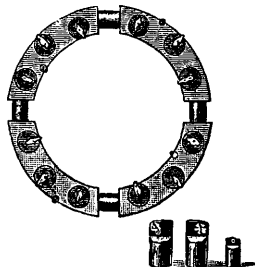
считает возможным допускать давление в 12 кг/см<sup>2</sup>, что он и проводит в своих ручных станках, снабженных 12 карбонатами по 1/2 кг, с общ. площадью дна 13 см<sup>2</sup>, допуская максимальное давление на коронку 164 кг при скорости вращения не более 150 об/м. В Германии при *B.* на калийные соли станками с гидравлическим питанием применяют давление в 500 кг, при 300 об/м., при коронке диаметром 68 мм, выбуривающей столбики в 50 мм. Здесь давление на каждый см<sup>2</sup> значительно больше. Американцы допускают еще гораздо большее давление. Крелиус рекомендует начинать *B.* с давлением на забой в 200—250 кг, при дальнейшем же бурении производить постепенную разгрузку штанг, для того чтобы это давление не повышалось. Наибольшее число об/м. у Крелиуса 160. Скорость вращения американских станков достигает 200—300 об/м.

При начале *B.* скважины с поверхности земли наносы проходятся шурфом. При достаточной водоносности наносов этот же шурф служит зумфом для накопления воды; в противном случае необходима организация регулярной доставки воды. Количество ее может быть рассчитано в зависимости от средней скорости восходящей струи из скважины в 0,2—0,3 м/сек. При тяжелых рудах требуется большая скорость. Станок устанавливается над шурфом по ватерпасу на поперечных брусках. Устье шурфа забивается досками, в которых вырезывается отверстие для пропуска штанги. На дно шурфа устанавливается по отвесу и заливается у основания цементом (или обмазывают жирной глиной) железную трубу, устье которой д. б. несколько выше уровня воды в шурфе. Буровая муть из скважины,

переливаясь через край трубы, осаждается на дне шурфа. Иногда вместо шурфа наносы проходят буром и скважину закрепляют обсадной трубой.

Алмазные коронки и колонковый цилиндр. Для бурения ручными станками применяются коронки (см. фиг. 56 и 57) с наружным диам. 36 мм и внутренним  $\varnothing=25$  мм, выбуривающие столбики в 22 мм.

Коронка из мягкой стали снабжается алмазами в 0,7—2 к

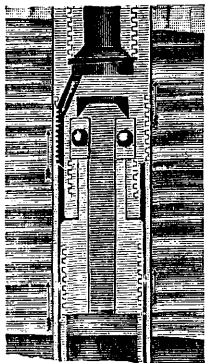


Фиг. 56.

при малых диаметрах коронки и до 8 к при больших диаметрах. Алмазы в особых оправках, ввинченных в гнезда коронки, укрепляются таким образом, чтобы при вращении коронки каждый оставлял свой след; алмазы, расположенные по наружной поверхности, выдаются немного наружу, а на внутренней поверхности—внутрь. Коронка имеет на нижнем торце выемки, а по наружной поверхности желобки для пропуска грязи. Коронки для глубоких скважин достигают в диаметре 200 мм и более.

Наибольший диаметр известной до сих пор коронки достигал 575 мм (она имела 50 алмазов, общим весом 300 к).

Коронка навинчивается на колонковый цилиндр. На фиг. 58 изображен цилиндр для небольшой глубины. В нем заключена внутренняя рубашка. Вода к забю поступает между стенкой цилиндра и рубашкой. Для того чтобы предохранить столбик породы от изломов под влиянием вращения цилиндра, внутренняя рубашка отделена от самого цилиндра горизонтальной шариковой прокладкой. Для глубокого бурения применяются колонковые цилиндры более солидной конструкции с каналами в стенках для подачи к забю промывающей воды. По мере углубления скважины, когда

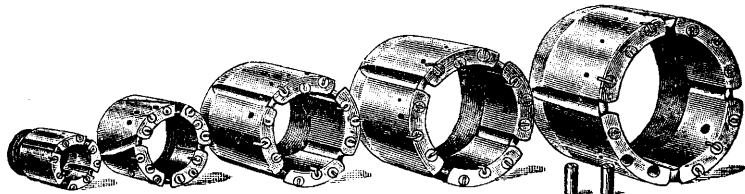


Фиг. 58.

стержень породы достиг по высоте длины колонковой трубы, вращение останавливают и колонковый цилиндр поднимают вместе со штангами наверх, при чем выбуренный столбик отрывается особым приспособлением—рвателем, действующим автоматически при первом движении коронки наверх.

Действие рвателя обусловлено пружиной в виде цилиндрического кольца с выступами внутрь, срезанными на конус; при извлечении цилиндра наружу пружинку разводят, чтобы освободить столбик породы.

Для Б. употребляют двойного рода алмазы, так наз. борты и карбонаты. Борты представляют собой натуральные благородные алмазы, которые вследствие еле заметной трещиноватости или неровности окраски не применяются в качестве драгоценных камней. Борты могут быть использо-



Фиг. 57.

ваны лишь в том случае, если они сохранили свои естествен. плоскости и ребра, могущие служить режущими лезвиями. Карбонаты представляют собою буровато-черные алмазы неправильной формы, похожие на блестящие куски кокса. Укрепление алмазов в буровой коронке требует весьма большого внимания и опыта. Самыми лучшими алмазами являются черные бразильские карбонаты скрытого кристаллич. строения. Белые (прозрачные) бразильские борты довольно часто применяются также в буровом деле. Капские, или африк., бесцветные алмазы значительно дешевле, но при твердых породах их следует избегать, так как они легко крошатся и требуют особенно тщательной вставки. Качество алмазов имеет огромное значение для успеха Б. Хорошие алмазы отличаются плотной структурой, однотонным цветом, блеском и ровной поверхностью.

Расход алмазов бывает наименьший при Б. в соли, наибольший—в мелком кварцевом конгломерате. При проходке скважин в наклонных пластах малой мощности и неодинаковой твердости расход алмазов увеличивается. На расход алмазов в значительной степени влияет сорт алмазов, способ вставки, опытность бурового мастера, способ промывки и пр. Расход алмазов на 1 м проходки в разных породах следующий:

Диорит, кварцевый диорит. . . . .	0,0233	к
Яшма, железистый сланец. . . . .	0,05	»
Твердый гранит. . . . .	0,262	»
Черный сланец, твердая руда. . . . .	0,0105	»
Известняк, сланец. . . . .	0,151—0,184	»
Песчаник. . . . .	2,69	»
Конгломерат. . . . .	8,2	»

Скорость и стоимость Б. Скорость бурения ручным разведочным станком Крелиуса на уральских рудниках видна из табл. 1 на ст. 91.

Стоимость 1 м проходки на уральских рудниках составляла со всеми расходами, включая и стоимость алмазов, от 3 р. 30 к. до 13 р. 12 к. В среднем за два года 1 м проходки обошелся ок. 6 р. при цене алмазов 75—92 р. за к. На скважину задлаживалось в смену 4 человека. Воды для Б. расходовалось 75—100 гл в сутки. Машинное алмазное бурение станками Сулливана

Табл. 1.—Скорость проходок на уральских рудниках.

Преобладающая порода	Скорость проходки в м за 1 час			
	до 30 м	30—60 м	60—90 м	более 90 м
Порфирит твердый То же и немного кварца . . . . .	0,119	0,075	0,055	—
Порфирит средней твердости . . . . .	0,104	0,073	0,046	0,046
Средняя . . . . .	1,368	0,084	0,066	0,056

Здесь указана скорость лишь за время, потраченное на углубление. В твердых породах приходилось извлекать инструмент 1 раз в 2-3 суток, редко 1-2 раза в сутки; в трещиноватых породах—2-4 раза в сутки.

В Донецком бассейне, при глубине скважины 60—140 м, давало следующие результаты:

	Проходна за смену в м	Стоим. п. м в рублях
в сланцах . . . . .	2—4	} 20—30
» песчанниках . . . . .	1—2	
» кварц. песчан. . . . .	0,1—0,2	

Скорость и стоимость алмазного бурения в соляных коях Германии составляет:

	Проходна за смену в м	Стоим. п. м в марках
до 100 м глубины . . . . .	6,00	4,2
» 200 » » . . . . .	4,55	5,3
» 300 » » . . . . .	3,03	6,2

Самые глубокие скважины в Европе пробурены при помощи алмазной коронки. Наибольшая глубина скважины достигнута вблизи Чухова в Верхней Силезии—2 240 м.

Воломитное Б. В виду высокой стоимости алмазов стремились заменить их разными металлическими сплавами. Наибольшее применение получил воломит, состоящий из карбидов тугоплавких металлов (вольфрама, кобальта, никеля и хрома) с небольшим количеством железа, имеющих  $t^{\circ} \text{пл.}$  около 2 700°. Большое преимущество воломита перед алмазами—возможность отливкой придавать ему любую форму.

Табл. 2.—Сравнительные свойства воломита, алмазов и быстрорежущей стали.

Свойства	Алмазы	Воломит	Быстрорежущая сталь
1. Твердость по Мосу . . . . .	10	9,8	5—6
2. Механическая прочность . . . . .	Стремление к расщеплению по кристаллич. плоскостям	Большая, чем у алмазов; несколько меньшая, чем у быстрорежущей стали	Меньшая твердость, но большая вязкость, благодаря чему большая механическая прочность
3. Сопротивлен. высокой $t^{\circ}$ . . . . .	Применимы до 1 110°	Применимы до 1 110°	Твердость заметно уменьшается выше 450°

Как видно из табл. 2, воломит, обладая почти такую же твердость, как алмаз, имеет большую механическую прочность и значительно большее сопротивление сжатию; по вязкости он несколько уступает быстроре-

жущей стали. Стоимость воломита в 100—200 раз меньше стоимости алмазов.

При глубоком Б. воломит употребляется не только для зубьев, вставляемых в коронки, но и для изготовления фрез. Такими воломитными фрезами было освобождено много буровых скважин от застрявших инструментов. В нек-рых породах, например в конгломератах, переслаивающихся с гипсом, при Б. алмазной коронкой получается чрезмерный износ алмазов, и Б. практически становится невозможным; помощью же воломитной коронки Б. идет вполне успешно. Воломитное Б. получило уже широкое распространение за границей; в СССР оно применялось при исследовании Курской магнитной аномалии. Для твердых горных пород, в к-рых алмаз мало изнашивается, применение алмазов обходится значительно дешевле воломита. Наоборот, в породах вязких и средней твердости воломит дает хорошие результаты.

С. Герш.

**6. Турбинное Б.** В турбобуре инж. М. А. Капелюшникова глинистый раствор, накачиваемый через неподвижные буровые штанги, приводит в движение турбину небольшого диаметра, дающую до 2 000 об/м. В нижней части турбобура имеется полый шпindel, к которому с помощью муфты привертывается долото. Между шпинделем и турбинным валом находится зубчатая передача Баррета, снижающая число оборотов шпинделя до 150 в мин. Глинистый раствор, пройдя через турбину, полый шпindel и отверстие долота, выходит к забою, размывает размельченную породу и поднимается на поверхность. При работе турбины насос, подающий глинистый раствор, должен развивать давление на 8—10 atm больше, чем при одной только промывке забоя. Вращающийся момент, развиваемый турбиной, передается долоту в правую сторону, т. е. по движению часовой стрелки, а штангам—в обратную; поэтому, во избежание вращения штанг, верхний конец их, выступающий на поверхности, необходимо удерживать хомутом или специальным зажимным приспособлением. Станок турбинного Б. состоит из

лебедки для подъема и спуска инструмента и обсадных труб и указанного выше зажимного приспособления, которое неподвижно укрепляется на полу вышки. Двигатель только обслуживает лебедки, поэтому он м. б. не реверсивным и не имеет сложных приспособлений для регулировки хода штанга. Поступательное движение долота во время Б. достигается постепенным сматыванием с барабана каната, на к-ром висит инструмент. При чрезмерном нажиме долота на забой турбина останавливается, и этим предотвращается скручивание буровых штанг. Применение

этого способа в Баку в последнее время дало весьма положительные результаты. При опытных работах, которые были произведены несколькими десятками таких турбобуров, выяснились отдельные конструктивные

недостатки, которые, повидимому, легко могут быть устранены.

В. Борисевич.

Лит.: 1. Ударное Б.—а) Станки, вышки, инструменты: 1) Делов В. Н., О новых системах бур. станков, примен. на бак. нефт. пром., «Труды Бак. отд. Росс. техн. о-ва», май—август, 1902 (устарело); 2) Гамов К., Горные разведки бурением, СПб, 1902; 3) Глушков И. Н., Рук. к бур. скважин, 1 изд., ч. II—III, М., 1904, ч. IV, 1911; 4) Идельсон Я. С., Atlas конструкт. чертежей инструментов для штанг. бурения, Баку, 1915—16; 5) Геффер Г., Справочн. книга по горному делу, т. 1, Берлин, 1921; 6) Сюмен Д., Методы добычи нефти, ч. I, пер. с англ., М., 1924; 7) Глушков И. Н., Рук. к бур. скважин, 2 изд., т. 1—2, М., 1924; 8) Успенский Н. Э., Курс глубокого бур. ударным способом М., 1924; 9) Справ. по нефт. делу, т. 1, М., 1925; 10) Векслер И. Л., Курс бурения, ч. I—II, Москва, 1927; 11) Tesklenburg Th., Handb. d. Tiefbohrkunde, V. 2, Berlin, 1906; 12) Bowman J., Well Drilling Methods, U. S. Geolog. Survey, Water Supply, Paper 257, Wash., 1911; 13) Curtin T., Casing Troubles a. Fishing Methods in Oil Wells, U. S. Bur. of Mining, Bull. 182, 1920; 14) Jeffery W. H., Deep Well Drilling, W. H. Jeffery Co., Toledo, Ohio, 1921; 15) Uren L. C., A Textbook of Petroleum Production Engineering, Mc Graw Hill Book Co., N. Y., 1924; 16) Whiteshot, Oil Well Driller, N. Y., 1924; 17) Ziegler V., Oil Well Drilling Methods, N. Y., 1923; 18) Thompson A. V., The Evolution of Oil Well Drilling Methods, «Journal Inst. Petr. Technol.», London, 1924, June; 6) Процесс Б. и методы закрытия воды: вся вышеперечисленная лит., за исключением №№ 1, 2 и 7, а также: 19) Глушков И. Н., Рук. к бурению скважин, т. 3, изд. 2, М., 1925; 20) ТэфФ С., Способы закрытия воды на нефт. и газ. скважинах, пер. с англ., М., 1923; 21) Мачульский Ч. Л., Тампонаж нефт. скважин в Грозном, «Нефт. и сланц. хоз.», 1925, 2; 22) Тер-Крикорян А., К цементированию буровых скважин, «Азерб. нефт. хоз.», Баку, 1924, 3; 23) Кларк А., Rock Classification from the Oil Driller's Standpoint, «Trans. Am. Inst. Min. and Met. Eng.», v. 65, 1920; 24) Vаn-Cоn-vеr-gиn, Circulating Mud-laden Fluid in Connection with Cable Tool Drilling, «Sum. of Oper. Calif. Oil Fields», 1920, v. 6, 2, Aug.; в) Скорость и стоимость Б.: №№ 3, 5, 6, 9, 11, 14, 15, 17—19, а также: 25) Пиртунэ А. Ф., Скорость канатного бурения, «Азерб. нефт. хоз.», 1924, 7—8; 26) Матвеев В., К вопросу о скорости бурения, «Аз. н. хоз.», 1924, 12; 27) Любистков В., Успехи бурения в 1924/25 г. на бак. промыслах, «Аз. н. хоз.», 1926, 1; 28) Godde H. A. and Williams W. L., Обороудование для бур. и экспл. скважин на нефт. промыслах Калифорнии, пер. с англ., «Нефт. и сланц. хоз.», 1923, 10; 29) Ambrose A. W., Fuel Waste in Oil Field Boilers for Drilling and Production, U. S. Bureau of Min., Rep. of Invest., 2789, Nov., 1920; 30) Taylor W. G., The Operation of Oil Wells by Electric Power and the Resulting Gain to the Producers, «General Electr. Review», 1919, v. 22, May.

II. Вращательное Б.—а) Станки, вышки, инструменты: №№ 6, 7, 9, 14—18, а также: 31) Глушков И. Н., Руководство к бурению скважин, изд. 1, ч. III, М., 1904; 32) Евреинов Г. В. и Никитин В. П., Выбор электродвигателя для вращат. бурения, «Нефт. и сланц. хоз.», 1923, 3; 33) Скворцов М., Об автоматич. бурении вращат. способом, «Аз. н. хоз.», 1924, 12; 34) его же, Об электрич. приводе сист. Лусеу, «Аз. н. хоз.», 1924, 11; 35) Семёнов А. Ф., Курс вращат. бурения, Баку, 1924; 36) Слоним Л. И., Автоматич. бурение на нефть, «Аз. н. хоз.», 1925, 5; 37) Коиради Г. А., Буровой агрегат системы Леонара для вращат. бурения, «Нефт. хоз.», 1926, 8; 38) Вагенгейм Н., Обзор успехов буровой техники в Америке, «Нефт. хоз.», 1927, 4; 39) Манчо А. И., Современ. состояние вращат. бурения в Америке, «Аз. н. хоз.», 1922, 9—11, «Нефт. и сланц. хоз.», 1922, 9—10; 40) Слоним Л. И., Гидравлич. передача системы Neb-Shaw при вращат. бурении, «Нефт. и сланц. хоз.», 1924, 2; 41) Вагенгейм Н., Новые усовершенствования в области вращат. бурения, «Аз. н. хоз.», 1924, 12; 42) Деринг Г. Р., Новые америк. патенты по бурению на нефть, «Нефт. и сланц. хоз.», 1924, 11—12, 43) Кэмергер, Steel or Wooden Derricks, «Min. and Met.», N. Y., 1924, Nov.; 44) Anderson, Proper Selection and Erection of Steel Derricks, «Oil Weekly», Houston, 1926, v. 43, 13; 45) Collom R. E., Notes on Core Drilling Methods in Oil Fields, «Sum. of Oper. Calif. Oil Fields», 1921, v. 6, 12, June; 6) Процесс Б. и способы закрытия воды: №№ 6, 9, 14, 15—20, 31, 35, а также: 46) Капелюшиков М. А., Техничес. анализ вращательного бурения, «Нефт. и сланц. хоз.», 1924, 8; 47) Парницкий А., Америк. вращат. долото в бак. условиях, «Аз. н. хоз.», 1925, 1; 48) Mc Collom,

Методы работы колонн. буром в Америке, перев. с англ., «Аз. н. хоз.», 1925, 2; 49) Льюис Д. и Мак Муррей В. Ф., Применение жидкого глин. раствора в нефт. и газ. скважинах, пер. с англ., «Нефт. и сланц. хоз.», 1922, 1—4; 50) Pollard H. H. и Neggem, Применение жидкого глин. раствора к бурению скважин, перевод с англ., «Аз. н. хоз.», 1923, 2—3; 51) Идельсон Я. С., Применение барита в кач. промыв. раствора при бурении нефт. скважин, «Горн. журн.», 1925, 11; 52) Арутюнов Л. Г., Данные из практики цементного тампонажа на нефт. промыслах Грозного, «Нефт. и сланц. хоз.», 1925, 10; 53) Газиев Г., Заливки Перрикса в Америке и Баку, «Аз. н. хоз.», 1925, 4; 54) Таумин И. М., Цементировка скважин, провод. вращат. способом на новогородских промыслах, «Нефт. хоз.», 1926, 4; 55) Pollard and Neggem, Drilling Wells in Oklahoma by the Mud-laden Fluid Method, U. S. Bur. of Min., Tech. Paper 68, 1914; 56) Collom R. E., Mud Fluid of Rotary Drilling, «Sum. of Oper. Calif. Oil Fields», 1923, v. 8, 7, June; в) Скорость и стоимость Б.: №№ 6, 9, 14, 15—19, 26—30, 35, а также 57) Вагенгейм Н., Скорость вращат. бурения в Америке и Баку, «Аз. н. хоз.», 1924, 42; 58) его же, Успехи вращательного бурения в бакинском районе, «Нефт. и сланц. хоз.», 1925, 5; 59) Капелюшиков М. А., Практичес. результаты бурения турбобуром, «Нефт. хоз.», 1926, 4; 60) Соркин Н. А., Современные достижения америк. буровой техники, «Нефт. хоз.», 1926, 5.

III. Алмазное Б.: №№ 2, 3, 5, 7, 15, 31, а также: 61) Нерослев П. В., Алмазн. коронковое бурение на нефть, «Нефт. и сланц. хоз.», 1924, 8; 62) Скаковский Н., Алмазное бурение на Садовских рудниках алгаирских предприятий Госпромметга, «Горн. журн.», 1927, 6; 63) Бокш В. И., Практ. курс горн. искусства, т. 2, М., 1922; 64) Ключанский Г. В., Алмазн. бурение, Берлин, 1923; 65) Трушков Н. Н., Разработка руд. месторождений, т. 1, 1924; 66) Мерз А. U. Schulz W., Применение воломита и др. стеллитов в горн. работах, «Гор. журн.», 1927, 6; 67) Tesklenburg Th., Diamantbohrsystem, B. 3, Berlin, 1889 (устарело); 68) Glocke-meier G., Diamantbohrungen für Schurf- und Aufschlüssen über u. unter Tage, V., 1913; 69) Longear R. D., The Diamond Drilling in Oil Exploration, «Bull. Amer. Assoc. of Petrol. Geol.», v. 6, 1922; 70) Sullivan Machinery Co., Diamond Drilling for Oil, Bull. 69—0, June, 1922, Chicago.

IV. Ручное Б.: №№ 2, 5, 7 (т. 1), 62, 64, а также: 71) Глушков И. Н., Рук. к бурению скважин, изд. 1, ч. I, М., 1904; 72) Войслав С., Исследование грунта и разведки полезных ископаемых посредством ручного бурения; 73) Дюлино-Иванский В. В., Ручное штанговое бурение, М.—Л., 1926; 74) Кайнов М., Бурение на воду и устройство трубочных колодезь, М., 1926; 75) Tesklenburg Th., Handbuch d. Tiefbohrkunde, V. 1, B., 1899 (устарело); 76) Organ d. Vereins d. Bohrtechniker.

Н. Смирнов.

БУРЕНИЕ ШПУРОВ И ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ, см. Взрывные работы.

БУРЕТ, сорт сырьевых шелковых остатков, получаемый в шелкочесальном производстве, используемый на изготовление шелковых нитей низшего качества.

БУРОВОЕ ПРЯДИЕ, см. Прядение.

БУРКАРДА КОТЕЛ, четырехбарабанный вертикальный водотрубный котел. Отличается компактностью, хорошим в отношении теплопередачи расположением отдельных частей и высокой паропроизводительностью: 40—50 и более кг с 1 м<sup>2</sup> поверхности нагрева. Трубы в котле взаимно перекрещиваются. Опыты над Б. к. подтверждают, что крестообразное расположение труб увеличивает паропроизводительность при низкой t<sup>о</sup> отходящих газов и дает большой кпд. Необходимой принадлежностью Б. к. являются центрально расположенный пароперегреватель и железный экономайзер. Последний помещается у внешних стенок обмуровки, вследствие чего потеря на излучение уменьшается до 3—4%. Котлы эти предназначаются для крупных силовых централей и строятся на давление в 15—16 атм. Несмотря на вышеуказанные качества

Буркардта котел широкого распространения не получил.

Лит.: Кирш К. В., Котельные установки. Москва, 1926; Гавриленко А. П., Паровые котлы, Москва, 1924; Тецнер О. и Гейрих О., Паровые котлы, Москва, 1927.

**БУРОВЫЕ КАНАТЫ**, см. *Канаты*.

**БУРОВЫЕ РАЗВЕДКИ**, см. *Разведки*.

**БУРРА**, сырьевые шелковые остатки, получаемые в шелкокрутильном деле в количестве от 2 до 6% при перемотке или при обработке всех сортов шелка-сырца (грежи). Хорошие сорта шелка дают обычно мало Б.

**БУРТЫ**, см. *Бунты*.

**БУРЫ** почвенные употребляются для взятия образцов почвы с различных глубин. Б. вводятся в почву или при помощи удара (толчка) или при помощи вращательного движения (принцип винта). Все буры можно разделить на две группы: при помощи одних образцы почвы получаются не сохранившими природного сложения (взятие проб для химич. и механич. анализа и пр.); другие позволяют получать образцы почвы с ненарушенной структурой (взятие проб для изучения некоторых физич. свойств почвы).

Из Б. первой группы наиболее распространены Б. Вильямса, представляющий полую металлич. трубку с отточенными краями и металлической же рукояткой. Б. вводится толчками в почву (на связных почвах его вбивают тяжелым молотом). Через каждые 10 см Б. извлекают и почву выталкивают из него особым шомполом. Этим буром можно брать образцы почвы с глубины не свыше 1 м. На более легких почвах пользуются иногда буром Яновчика (отличается от Б. Вильямса наличием треугольного режущего зубца), буром Изамайского (на штангу насаживается металлич. цилиндр, нижний конец которого срезан наискось и полузакрыт особой режущей стальной пластинкой). Для работы на таких почвах, где встречается много камней, два последние Б. неудобны. Еще сложнее конструкция бура Ротмистрова, состоящего из сверлильного Б. и прибора для взятия почвенной пробы. Буры Ротмистрова и Изамайского позволяют брать пробы со значительной глубины, но работа с ними требует большой затраты сил (не менее двух человек). Очень проста конструкция бура Жука, который состоит из двух трубок: одной для взятия проб, а другой для предохранения краев скважины от осыпания. Этим Б. можно брать пробы лишь с глубины  $\frac{1}{2}$  м и менее. Другие описанные в литературе типы буров (Близна, Болькена, Войслава, Грунера, Слефогта, Танфильева, Жука, Малюшечного и других) отличаются лишь второстепенными деталями и распространения не получили. Недавно (в 1927 г.) описан бур Некрасова, состоящий из металлического цилиндра со стальным режущим кольцом, снабженным двумя зубьями-резцами, и разборной штанги. Б. позволяет брать породы со значительной глубины (свыше 3 м) довольно быстро и без особого труда.

Из второй группы Б. наиболее старыми являются: призма Джона, цилиндр Фадеева и Б. Бурмачевского (опис. в 1888 г.), представляющий собою металлич. цилиндр с двумя заслонками, ограничивающими

определен. объем почвы. Бур Баракова еще более прост и состоит из цилиндра определенного объема, врезаемого в почву. Ближим к нему по принципу действия является бур Дояренко, получивший широкое распространение. В Германии в 1913 г. был описан Б. Копецкого, состоящий из двух вложенных друг в друга цилиндров, врезаемых в почву. Недостатком всех этих Б. является деформация почвы, которая получается при их врезании в почву. Мысль современных конструкторов направлена на поиски путей для уничтожения этого недостатка в конструкции. Более или менее удовлетворительно справляются с этой задачей буры Геммерлинга-Сабанина (1923 года) и Андрианова (1925 г.), представляющие конструктивное видоизменение Б. Копецкого. Очень интересен Б. Желиговского (1925 года), состоящий также из двух цилиндров; внешний цилиндр снабжен у него винтоидным крылом, расширяющимся кверху, и коронкой, вырезающей образец почвы, поступающий во внутренний цилиндр. Этот Б. сконструирован наиболее остроумно, но его громоздкость является довольно существенным недостатком. Прибор для взятия почвенных проб Пигулевского и Зеберга (описанный в 1925 году), строго говоря, является уже не буром, а ящиком для выемки большого образца почвы типа монолита.

Лит.: Сибирцев Н. М., Почвоведение, изд. 2, стр. 297—298, СПб, 1909; Качинский Н., О влажности почвы и методах ее изучения, изд. 2, М., 1924; его же. О почвенных бурах для взятия образцов с ненарушенной структурой, «Почвоведение», 4, стр. 42, М., 1925; Кизеньков С., Бурение, «Полная энц. русск. сел. хоз.», изд. А. Ф. Девриена, т. 1, СПб, 1900; доклады Ротмистрова В. Г., Баракова П. Ф., Гудзенко П. П., и Нефедова Г. Ф., «Труды Совещания по с.-х. опыти. делу в 1913 г. при Г. У. З. и З.», вып. 2, стр. 219—240, П., 1914; Метельский А. А., «Труды по с.-х. метеорологии», вып. 12, стр. 28, СПб, 1913; Слефогт К. Р., там же, стр. 166; Бурмачевский Н. Н., Прибор для определения порозности и влажности почв, «Матер. по изуч. русск. почв», вып. 4, стр. 94, СПб, 1888; Дворжак О., Отчет хим. лаборатории за 1914—15 гг., «Труды Анненковской с.-х. опыти. станции», Симбирск, 1917; Дояренко А. Г., К изучению аэрации почвы, «Изв. Моск. с.-х. ин-та», М., 1915, кн. 1—2; его же, «Научно-агрон. журн.», М., 1924, 2, 7—8; Некрасов П. А., там же, 1925, 2, стр. 83, 1927, 2, стр. 134; Андрианов П. И., там же 1925, 3, стр. 199; Пигулевский М., «Сборник работ и статей по вопросам с.-х. машиноведения и машиностр.», вып. 1, Гос. ин-т опыти. агр., Л., 1925; Кореску I., Die physikal. Eigenschaften des Bodens, «Int. Mitteilungen f. Bodenkunde», В., 1914, В. 4, Н. 2—3, р. 138. Н. Соколов.

**БУРЫЙ ЖЕЛЕЗНЯК**, лимонит, минерал, хим. состава  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ; содержание Fe ок. 60%. Обычно бывает смешан с глиной, известняком, кварцем и другими породами. Различают следующие виды Б. ж. Буры железняк — плотного, часто землистого строения; цвет — от бурого до желтого; встречается в виде пластов, штоков и гнезд. Бурая стеклянная голова, листоватая или шестоватая разновидность, скорлуповатого или лучистого сложения; является прекрасной рудой, но редко встречается в больших скоплениях. Луговые или дерновые (болотные) руды — образования сравнит. новые, залегают обычно в виде гнезд или пластов под растительн. слоем на дне болот и вообще в низменных местах. Мощность редко бывает значительной



Бобовая руда, или оолитовый бурый железняк, — довольно часто встречающаяся руда, приурочена к меловой, юрской и триасовой системам; нередко встречается и в третичных образованиях. Различают мелкозернистую, содержащую углекислосое железо разновидность Б. ж. зеленовато-серого до желто-бурого цвета с большим содержанием фосфора; эта разновидность носит название минетовой руды. Озерные руды образуются на дне многих озер, особенно в Карельской республике и в Финляндии, и представляют скопления пластинок Б. ж. в смеси с песком и глиной. Все руды этого типа очень легкоплавки; так же, как дерновые руды, они имеют местное значение. Состав наиболее известных Б. ж. приведен в следующей таблице:

Месторождения и химич. состав бурых железняков.

Месторождения	Химический состав								
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	P	S	Летучие вещества
Бакал . . . . .	82,69	0,51	1,2	1,84	1,11	0,13	0,009	—	5,00
Сугоман . . . . .	70,36	2,64	10,36	3,44	0,91	0,33	0,24	0,021	—
Вятская губ. . . . .	65,02	3,23	14,02	3,02	7,92	4,04	—	—	2,50
Кулебаки, Ниж. губ. . . . .	74,22	0,17	9,31	3,32	0,94	0,68	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,46	—	—
Озерная руда . . . . .	52,00—80,00	?	≤ 8,00	до 20,18	—	—	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> до 1,32	0,85	?

Б. ж. представляет собой легко восстановимую руду. К плавке обычно готовится механически и химически. Добытая руда дробится, рудная мелочь обычно брикетуруется. Б. ж. часто встречается вместе с глиной и песком; поэтому такого сорта руда подвергается обогащению путем промывки. Магнитное обогащение применяется редко, т. к. требуется интенсивный обжиг Б. ж.; последний обжигается только в том случае, если он содержит много серы, чистая же руда обычно не обжигается.

Месторождения. Крупнейшие месторождения на Урале — Зигагинская, Комаровская и Узьянская дачи. Общий запас комаровско-зигагинских руд — ок. 16,5 млн. т с содержанием железа от 52 до 47%; содержание фосфора от 0,03% до 0,06%, серы — от 0,005 до 0,02%. Руда содержит умеренное количество кремнезема и глинозема, очень выгодна для плавки. Бакальское месторождение находится на юж. Урале в 22 км от Саткинского з-да. Эта руда считается лучшей из всех известных в СССР; содержание железа — 60%. Руда плотно-ноздреватого строения, местами переходит в охристую. Содержание фосфора и серы ничтожно; содержание марганца от 1,5 до 2,5%, что является чрезвычайно ценным для плавки чугуна. Запасы исчисляются ок. 33 млн. т. Крупные залежи Б. ж. известны в Алапаевском горном округе и представляют собой массу плотного Б. ж. с бурой стеклянкой головой. Вероятные запасы руды возле одного Алапаевского завода исчисляются до 70 млн. т. Общий запас всех рудоносных площадей превышает 100 млн. т. На Урале существует еще целый ряд небольших месторождений Б. ж. почти во всех округах.

В центральной части РСФСР Б. ж. встречается в виде гнезд, пропластков, образуя не крупные месторождения, на которых

возникло несколько небольших чугунолитейных заводов. Из таких месторождений можно отметить Мальцевские в Калужской губ., Кулебакские, Вышенские и Ташинские в Нижегородской губ., Липецкие в Тамбовской губ. и тульский Судаковский рудник.

Крупнейшие месторождения Б. ж. находятся на Керченском полуостр. Здесь руда представлена оолитовым Б. ж. желтого и темного цвета. Желтая разновидность обыкновенно содержит железа ок. 43%, кремнезема — 14%, фосфора — 1,2%, марганца — 1,25%, серы — 0,05% и мышьяка от 0,08 до 0,1%. Черная разновидность содержит железа ок. 39%, кремнезема ок. 15%, фосфора ок. 4%, марганца до 7%, серы 0,05%, мышьяка от 0,06 до 0,08%. Мелкая руда для плавки требует брикетирования. Запасы керченских

руд достигают свыше 1 млрд. т. На этих рудах был построен большой сталелитейный завод, в настоящее время восстанавливаемый и расширяемый Главметаллом. Большое процентное содержание фосфора в керченских рудах повышает их ценность благодаря тому, что фосфорсодержащие шлаки, получающиеся при выплавке стали (так называемые томасовские шлаки), употребляются для приготовления фосфорных удобрений. В последнее время в керченских рудах найден также ванадий.

Северн. месторождения Б. ж. — в Карельской республике, б. Ленинградской, б. Новгородской, Тверской губ. и др. — изобилуют болотными луговыми рудами, при чем озерные руды встречаются гл. обр. в Карельской республике. Содержание железа в озерных рудах от 30 до 40%. Руда богата марганцем; содержание кремнезема значительно. Основные месторождения следующие: Кончезерская группа озер, близ бывш. завода Кончезерского; Повенецкая группа, заключающая запасы руды свыше 3 млн. т; Сам-озеро, близ Петрозаводска, с запасами руды до 7 млн. т.

Лит.: Богданович К. И., Железные руды России, СПб, 1911; его же, Железо, сборн. «Естеств. произв. силы России», т. 4, вып. 2, П., 1920. Н. Федоровский.

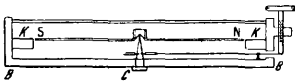
**БУРЫЙ УГОЛЬ, см. Каменный уголь.**  
**БУССИНЕКА ТЕОРИЯ ВОДЯНЫХ ТЕЧЕНИЙ**, попытка решить математически вопрос о движении жидкого тела в общем виде. Сложность ур-ий Буссинекса допускает применение их только для отдельных частных случаев, при чем всякий раз он делает соответственные частные допущения и упрощения. Буссинексом рассмотрены случаи: распределения скоростей в трубах и каналах в поперечном сечении при равномерном движении, кривой подпора, волны, неполного водослива, прыжка воды, внезапного

расширения в трубах (сжатия при истечении из отверстий) и много других, имеющих меньшее значение для практики.

*Лит.:* Boussinesq J., Essai sur la théorie des eaux courantes, «Mém. prés. par divers savants à l'Ac. d. Sc.», P., 1876; Boussinesq J., Théorie de l'écoulement tourbillonnant et tumultueux des liquides dans les lits rectilignes à grande section, 2 mémoires, Paris, 1897. На русском языке теория Буссинька изложена в сочинении: Бобылев Д., Очерк теории водяных течений, выработанной Буссиньком, СПб., 1898. А. Эссен.

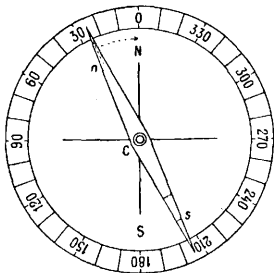
**БУССОЛЬ**, прибор для измерения магнитных азимутов (см.) или для определения направления магнитного меридиана с целью первоначальной ориентировки на местности.

Существенные части Б. (фиг. 1 и 2): а) вращающаяся на острие С в центре коробки ВВ магнитная стрелка NS, магнитная ось которой под влиянием силы



Фиг. 1.

земного магнетизма устанавливается в плоскости магнитного меридиана данного места и служит одной из сторон измеряемого угла; б) устанавливаемый при измерении горизонтально круг К с делениями, служащий для отсчитывания углов по концам вращающейся в центре его магнитной стрелки, и с) визирный прибор, который проектирует данное на местности направление на горизонтальную плоскость круга (см. Визирные приборы и Диоптры) и определяет, таким образом, другую сторону измеряемого угла. Круг прибора разделен



Фиг. 2.

обычно на градусы — от 0 до 360°. Градусы подписывают непрерывно от 0 до 360° или весь круг делится на две части — от 0 до 180° каждая (тогда к измеренному азимуту необходимо прибавлять название О или W, смотря по тому, в какой половине горизонта находится наблюдаемый предмет). Отсчет берется по северн. концу n стрелки (фиг. 2), и для того, чтобы можно было получить азимут, отсчитываемый от сев. конца магнитной стрелки по движению часовой стрелки, градусная подпись лимба возрастает в обратном направлении. Для ускорения установки стрелки последняя снабжена слюдяными пластинками, задерживающими ее колебания, или стрелка плавает в жидкости, наполняющей коробку (в приборах Мейснера). Визирным прибором в грубых Б. служит сам начальный диаметр круга или параллельный ему край оправы буссольной коробки (см. Компас горный). Более точные приборы снабжаются диоптрами А, В (фиг. 3) или зрительной трубой с небольшим (не свыше 10) увеличением (Б. со зрительной трубой, фиг. 4 и 5), при чем коллимационная плоскость прибора д. б. перпендикулярна плоскости круга и проходить через диаметр 0—180°

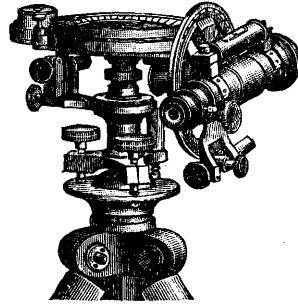
круга или быть ему параллельна (Б. с экцентричной трубой, фиг. 4). Иногда буссоль надевают помощью особых вилок на ось вращения трубы теодолита или другого угломерного прибора (например тахиметра) и получают инструмент, пригодный для измерения азимутов



Фиг. 3.

помощью стрелки и углов полигона. Большие Б. со зрительными трубами снабжены подставками в виде треножников, при измерении ставятся на штатив, и круг их приводится в горизонтальное положение помощью цилиндрического или круглого уровня (фиг. 4 и 5).

В приборах более легкой конструкции треножник заменяют баксой, или насаживают их на цапфу кола (фиг. 3), или пользуются приборами, как ручными инструментами. Для измерения азимута

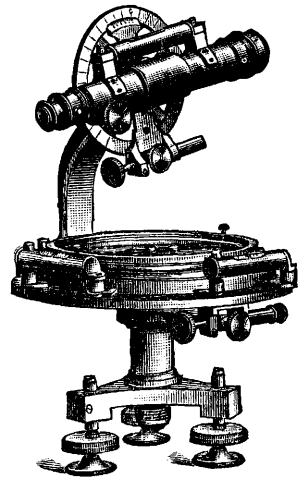


Фиг. 4.

помощью буссоли прибор устанавливают над точкой и приводят круг прибора в горизонтальное положение, освобождают стрелку, визируют вращением круга на сигналом и после успокоения магнитной стрелки отсчитывают азимут по северному ее концу, для чего можно

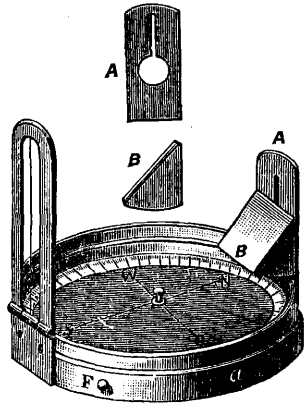
пользоваться лупой. В буссоли с зрительной трубой таких отсчетов берут два, при двух положениях трубы, для уничтожения коллимационной ошибки и ошибки от эксцентриситета трубы (см. Теодолит).

В Б. Шмалькальдера (фиг. 6), часто применяемой для глазомерных съемок, легкий круг из картона или алюминия прикреплен к стрелке и вращается вместе с ней. К главному диоптру с узким прорезом А приделана трехгранная призма В с углом в 45°, при чем нижняя, обращенная к делениям круга, грань этой призмы отшлифована, как поверхность выпуклого стекла. При таком устройстве диоптров наблюдатель, визирующий на сигнал, видит одновременно увеличенные деления круга, приходящиеся против



Фиг. 5.

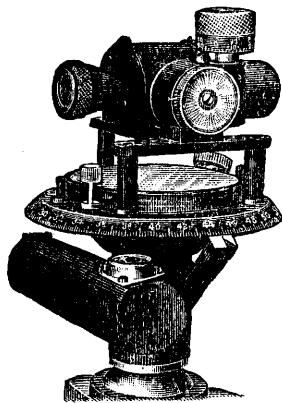
прореза глазного диоптра, и может, освободив стрелку кнопкой *F*, отсчитать магнитный азимут данного направления, если только: а)  $0^\circ$  деления круга совмещен с южным концом стрелки и б) градусная подпись делений возрастает по направлению движения часовой стрелки.



Фиг. 6.

Точность отсчитывания азимутов по кругу *B* зависит от ее размеров и устройства, колеблясь в пределах от 1 до  $5^\circ$  в малых ручных *B.*, от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{1}{4}$  в легких *B.*, насаживаемых на кол, до  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$  в *B.* средней величины и до  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$  в больших *B.* с треножниками. Следует заметить, что без одновременного наблюдения за изменением склонения стрелки по контрольному деклинатору вести отсчитывание точнее, чем до  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ , нет смысла, ибо амплитуда суточного колебания склонения магнитной стрелки при нормальном ходе последнего составляет около  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$  для умеренных широт земного шара. Последнее обстоятельство ограничивает применение *B.* При точных съемках буссоль в настоящее время не применяется и заменяется теодолитом. Исключением в этом случае являются точные ориентир-буссоли и переносные деклинаторы (магнитометры) для ориентировки рудничной теодолитной съемки (см. *Съемка ориентирная, Ориентир-буссоль и Магнитометр*). Большим применением пользуются: *B.*, надеваемая на ось тахеметра, при тахеметрических работах, и малые буссоли, насаживаемые на кол, или ручные при маршрутных глазомерных съемках малой точности (см. *Буссольный ход*). О применении буссоли в рудничной съемке см. *Маркшейдерские инструменты*.

Буссоль, прибор для первоначального указания направления орудия на цель, применяемый в артиллерии (фиг. 7), состоит из угломерного прибора и компаса (магнитной стрелки); шаровая пята у основной оси прибора и шаровой уровень позволяют установить прибор вертикально и производить измерение углов в горизонтальной плоскости. Сверху *B.* имеет оптич. трубку, через к-рую можно рассмотреть цель. При направлении перекрестия трубки на цель северный конец стрелки

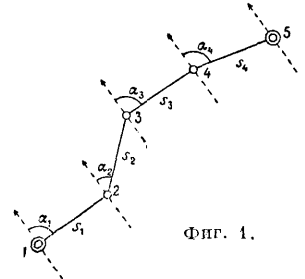


Фиг. 7.

по внутренней шкале прибора показывает азимут цели (на языке команды—просто «буссоль»). Снизу *B.* имеет добавочный визир в виде трубочки с прорезью на одном конце и двумя волосками на другом; этот визир направляется на какой-нибудь ориентировочный пункт местности. При этом шкала угломерных делений на наружном круге *B.* показывает горизонтальный угол между направлениями на цель и на визирный пункт. В случае закрытого расположения стреляющей артиллерии с наблюдательного пункта передают или «буссоль», или «угломер» с указанием ориентировочного пункта. В первом случае около орудия не ближе 10 шагов должна находиться своя *B.*, на к-рой по магнитной стрелке устанавливается скомадованный угол, а по нижнему визирю берется направление на выбранный ориентир и определяется установка угломера для орудия. В случае команды: «угломер!» нужно орудийный угломер (можно без посредства *B.*) установить на скомадованный угол и навести на ориентир. В обоих случаях орудие получит направление на цель, хотя сама цель не будет видна. Оптическую ось трубки при направлении перекрестия на цель перемещают при помощи барабана, на котором имеется еще шкала, позволяющая измерить угол местности цели (относительно горизонта).

*Лит.:* Курсы геодезии, например Jordan W., *Handbuch der Vermessungskunde*, В. 2, р. 177—180, Stuttgart, 1905, и маркшейдерского искусства, напр. Ulrich P., *Lehrbuch d. Markscheidekunde*, Abt. 5, Freiberg, 1901.—На рус. яз. также курсы топографии, геодезии и маркшейдерского искусства, напр. Витковский В. В., *Топография*, гл. XIII, СПб., 1904; Братгун О., *Практик. руководство маркшейдерского искусства*, пер. с нем., Александровск-Грушевский, 1903; Бауман В. И., *Курс маркшейдерского искусства*, ч. I, § 32, СПб., 1905; Орлов П. М., *Курс геодезии*, М., 1924; Соловьев С. М., *Основной курс наземной геодезии*, ч. I, Москва, 1923.

**БУССОЛЬНЫЙ ХОД**, полигонный ход (см. *Съемка полигонная*), азимуты сторон которого измеряются при помощи буссоли. Если, наприм., имеем (фиг. 1) от точки 1 полигонный ход к точке 5, то положение точек 1—5 легко определяется измерением азимутов  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  и длин сторон  $s_1, s_2, s_3, s_4$  полигона (предполагая направления магнитного меридиана в этих точках параллельными между собой).



Фиг. 1.

1. Измерение азимута производится одним из следующих способов: 1) измеряют азимут в каждой точке для одного направления (вперед по ходу, фиг. 1), или 2) в одной точке, напр. точке 2, измеряют азимуты прямой для линии 2—3 и обратный для линии 2—1 (фиг. 2), что дает возможность устанавливать инструмент через точку (способ съемки через точку, Springmethode немецких руководств), или, наконец, 3) в обоих концах каждой линии, напр. для линии 1—2 (фиг. 2) измеряют азимуты  $\alpha_1^1$  и  $\alpha_2^1$ , при чем среднее значение  $[\alpha_1^1 + (\alpha_2^1 \pm 180^\circ)]: 2$  является более

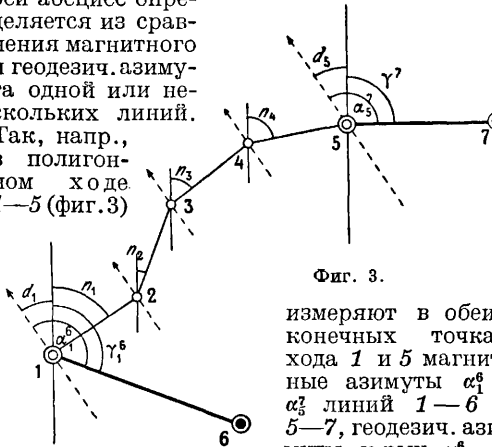
точной величиной азимута и служит проверкой правильности измерения и отсутствия масс, действующих на стрелку. Если разница в измерениях покажет наличие отклоняющих масс, то мы можем, измерив в точке 2 неверные азимуты линий 2—3 и 2—1 вследствие действия отклоняющих масс (фиг. 2), найти по формуле

$$\beta_2 = \alpha_3^2 - \alpha_1^1 + 180^\circ$$

Фиг. 2.

угол наклона при точке 2 и вести дальнейшее вычисление и наладку съемки, как при теодолитной съемке (см. *Съемка полигонная*).

II. Результаты полигонной буссольной съемки м. б. выражены: 1) графически либо 2) путем вычисления координат угловых точек съемки. В первом случае результаты съемки наносят на план, откладывая азимуты помощью транспортира и длины линий циркулем в выбранном для плана масштабе. Во втором случае вычисляют плоские прямоугольные координаты угловых точек съемки, принимая за ось абсцисс: а) непосредственно направление магнитн. меридиана в день производства съемки, или б) направление астрономического меридиана, или в) ось абсцисс местной системы координат государственной съемки. В случае а) измеренные магнитные азимуты линий и служат для вычисления координат. В случае б) к измеренным азимутам следует прибавить магнитное склонение стрелки, к-рое определяют непосредственно или берут из карт или таблиц [1] (см. *Земной магнетизм*). В случае в) угол отклонения магнитного меридиана от принятого направления оси абсцисс определяется из сравнения магнитного и геодезич. азимута одной или нескольких линий. Так, напр., в полигонном ходе 1—5 (фиг. 3)



Фиг. 3.

измеряют в обеих конечных точках хода 1 и 5 магнитные азимуты  $\alpha_1^1$  и  $\alpha_5^2$  линий 1—6 и 5—7, геодезич. азимуты к-рых  $\gamma_1^1$ ,  $\gamma_5^2$

известны. Средняя величина угла отклонения  $d_m$  определится из

$$d_m = (d_1 + d_5) : 2,$$

где  $d_1 = \gamma_1^1 - \alpha_1^1$  и  $d_5 = \gamma_5^2 - \alpha_5^2$ . Зная величину поправки  $d_m$ , легко по измеренным во время съемки магнитным азимутам  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  и  $\alpha_4$  найти соответствующие геодезические азимуты:

$$\begin{aligned} n_1 &= \alpha_1 + d_m; & n_2 &= \alpha_2 + d_m; \\ n_3 &= \alpha_3 + d_m; & n_4 &= \alpha_4 + d_m. \end{aligned}$$

Зная т. о. азимуты линий в выбранной системе координат и имея из данных съемки длины  $S$  пяти горизонтальных проекций линий, вычисляют по формулам:

$$\Delta y = s \sin n; \quad \Delta x = s \cos n$$

приращение координат каждой последующей точки  $b$  относительно предыдущей  $a$  и координаты:

$$x_b = x_a + \Delta x \quad \text{и} \quad y_b = y_a + \Delta y$$

последующей точки. (Более подробно см. *Съемка полигонная*.) Получающаяся вследствие погрешностей измерения невязка в координатах конечных пунктов распределяется пропорционально длинам линий (станов)  $s$  (см. [2]). Вычисления значительно облегчаются при употреблении таблицы координат Гауса или Орлова.

III. Б. х. применяются в очень разнообразных случаях и рекомендуются для полигонометрического определения точек при съемке отдельных мелких участков в качестве полигона II порядка, опирающегося на пункты теодолитной сети, в СССР — для съемки внутренних контуров (при межевой съемке) и при лесных съемках, если только значительное развитие съемок не потребует применения теодолита. Для вычисления этих съемок применяется способ, описанный в отд. II в) (ср. [2], [3]), для измерения азимутов — большая буссоль или компас-теодолит; в остальной съемке сходна с теодолитной полигонной съемкой. Измерение азимута при помощи буссоли дает сравнительно малую точность; но т. к. измерение азимута каждой линии производится независимо от предыдущих, то ошибка от измерения углов накапливается при буссольной съемке значительно медленнее, чем в теодолитной съемке. Обозначив через  $L$  длину хода,  $n$  — число линий,  $s$  — среднюю длину линий (стало быть  $L = ns$ ) и через  $\varphi$  — ошибку одного измерения азимута, найдем ошибку в положении конечной точки каждой линии равной  $\varphi s$ , и, следовательно, по закону накопления погрешностей средняя поперечная ошибка для всего хода, т. е. для  $n$  линий, будет

$$s\varphi\sqrt{n} = s\varphi\sqrt{\frac{L}{s}} = \varphi\sqrt{Ls},$$

т. е. величина этой ошибки пропорциональна корню квадратному из средней длины линий. Этому теоретич. требованию пользоваться при съемке короткими линиями вполне отвечает быстрота производства съемки Б. х. благодаря легкости установки малых буссолей на колыях. Б. х. с короткими линиями особенно часто применяются поэтому в тех случаях, когда условия местности заставляют вести съемку извилистым ходом, при чем требуется быстрое производство съемки и достаточна небольшая точность измерения азимуты. В таких случаях нет необходимости прибегать к более точному, зато и менее удобному (особенно при большом числе линий) способу измерения углов полигона теодолитом.

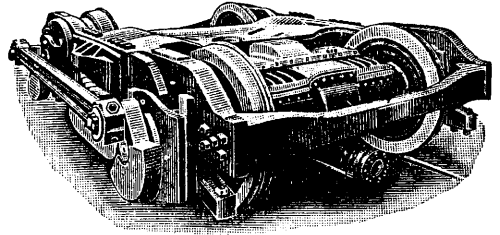
Все сказанное делает весьма удобным применение Б. х. как для съемки мелких участков в качестве полигонов II порядка (см. выше), так и в следующих съемках:

1) При топограф. или тахиметрич. съемках помощью тахиметр-теодолита, при чем длина линий определяется обычно дальномером (см. *Тахиметрия*). 2) При тахиметрических съемках помощью буссоли, укрепленной на мерных кольях 20-м стальной ленты (рулетки); буссоль насаживается на колья ленты и дает непосредственно азимуты положений ленты. Если при измерении длины измерились помощью *эклиметра* (см.) углы наклона, то мы имеем данные для определения высот угловых точек полигона, что делает такие ходы весьма ценным материалом для тахиметрич. съемок в местностях, неудобных для обычного способа производства этих съемок (см. *Тахиметрия*). 3) При маршрутных (глазомерных) съемках большим распространением пользуется карманная буссоль, при чем длины линий обыкновенно измеряются шагами или скоростью езды на лошади или на лодке (лодочная съемка). Бокковые предметы берутся *засечками* (см.). Ходы при этом достигают весьма значительной длины и опираются чаще всего на астрономические пункты, между которыми и укладываются. 4) Буссольная съемка в рудниках находит себе до сих пор значительное распространение в зависимости от своеобразных условий рудничной съемки и производится помощью горного (рудничного или всячего компаса (см. *Маркшейдерские инструменты*.)

*Лит.*: <sup>1)</sup> Verghaus, Physikalischer Atlas, Gotha, 1887; новая карта имеется у Neumaier, Linien gleicher magnetischer Deklination für 1900 (карта гравирована на меди в красках), Berlin, 1900; новую сводку данных о магнитном склонении дает Messerschmitt J. В. в «Ztschr. f. Vermessungswesen», Stuttgart, 1903, В. 32, p. 339 и 681; <sup>2)</sup> учебники по геодезии и маркшейдерскому искусству (см. лит. к ст. *Буссоль*); о применении буссоли на съемках см. <sup>3)</sup> Gauss F. G., Die trigonometrischen und polygonometrischen Rechnungen, Halle, 1922, а также Anweisung IX f. d. trigonom. u. polygonom. Arbeiten, usw., p. 315, Berlin, 1894; русскую литературу см. ст. *Буссоль*.

**БУСТЕР**, вспомогательная паровая машина на паровозе, действующая лишь при трогании с места и на предельном подъеме. Она вращает задний бегунок паровоза или, иногда, одну или две оси тендера. На фиг. 1

от паровоза максимальное тяговое усилие. Он питается паром от котла паровоза, когда в котле имеется запас паровой мощности, т. е. работа Б. возможна при малых скоростях. Представим себе участок протяжением 150 км с подъемами в 8‰, для к-рых вес поезда определяется в 2 000 т, и с одним или несколькими подъемами в 10‰, протяжением 5 км, на к-рых паровоз может вытянуть лишь 1 650 т, т. е. только 83% нормального состава. Из-за этих подъемов, сравнительно короткого протяжения, приходится

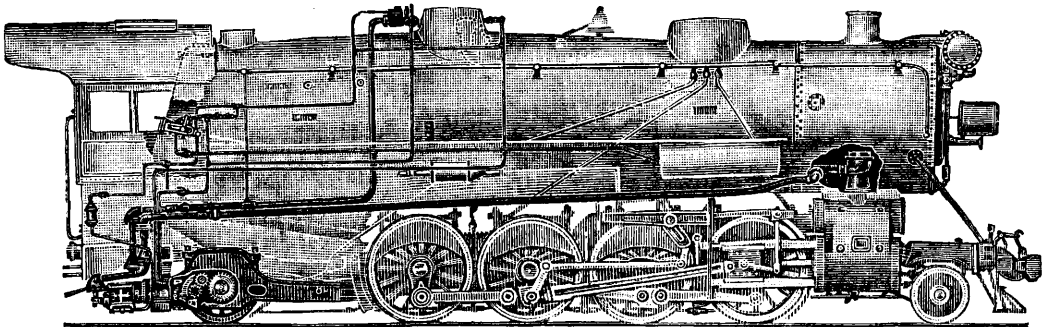


Фиг. 2.

назначать уменьшенные составы, не используя на остальных перегонах участка всей силы тяги паровоза. Пуская на этих подъемах в ход бустер, мы добавляем недостающую силу тяги и, следовательно, даем возможность увеличить состав и лучше использовать паровоз. В курьерских паровозах с малым сцепным весом применение бустера полезно тем, что ускоряет разгон поезда при взятии с места. Фиг. 2 показывает другой тип устройства Б. — на тендере. См. *Паровоз*.

**П. Красовский.**

**БУТ**, бутовой, или рваный, камень, имеющий совершенно произвольные, случайные формы. Бут получается при разработке залежей (карьеров) сплошных пород или расколке отдельных полевых, а также добываемых из воды камней (валунов). Для получения Б. годны почти все каменные породы, но чаще всего применяют известняки (углекислая известь с примесью глины, песка и кремнистых частей) и песчаники (зерна кварца, сцементированные



Фиг. 1.

показан Б., распространенный в Америке. Он состоит из 2-цилиндровой паровой машины, вращающей задний бегунок при помощи зубчатой передачи, к-рую машинист может включить или выключить. Б. увеличивает сцепную и цилиндковую силу тяги паровоза в то время, когда нужно получить

между собой глиной, углекислой известью, кремнеземом и другими веществами). Наиболее мощные залежи таких известняков в СССР находятся у Тосно под Ленинградом, в районе реки Волхова, в окрестностях Москвы (Коломна, Подольск, Мячково и др.), в Жигулях на Волге, около Самары,

в Севастополе, Инкермане и пр. Песчаники также распространены по СССР, и их добывают при впадении р. Шокии в Онежское озеро, в Татарове и Бронницах под Москвой и многих др. местах. Разработка карьеров Б. производится посредством ударных инструментов (кирки, лома) или при помощи взрывчатых веществ (пороха, динамита и пр.). До употребления в постройку Б. должен быть испытан в отношении удовлетворительности своих качеств: крепости, прочности, твердости и огнестойкости. К р е п о с т ь ю называют сопротивление механическим усилиям. Лучше всего бут, как и всякий камень вообще, сопротивляется сжатию, хуже — изгибу и очень плохо — растяжению. В силу этого стремятся применять Б. лишь в таких частях конструкций, где проявляется одно лишь сжатие, и о крепости Б. судят по тому сопротивлению, к-рое он оказывает производимому на него давлению (сжатию). Нормальный допускаемый напряжением бута на сжатие считается 5—20 кг на 1 см<sup>2</sup> в зависимости от вида каменной породы. П р о ч н о с т ь, или долговечность, Б. зависит от химич. состава и физич. свойств рассматриваемой породы. В общем, можно сказать, — чем однороднее, плотнее и мелкозернистее порода и чем меньше она в себе заключает химич. соединений, изменяющихся на воздухе, тем лучше Б. противостоит атмосферным факторам, к числу которых относятся влага и морозы, разные перемены темп-ры, ветры и газы. Разрушение Б., вызываемое влиянием вышеуказанных деятелей, называется выветриванием. Это выветривание является одной из главных причин разрушения каменных сооружений, — не только памятников древнего зодчества, но и новейших, весьма ценных произведений искусства и техники, — а потому выбор соответствующего качества Б., не подверженного явлению выветривания, представляет всегда особую важную заботу каждого строителя. Для выявления действительных качеств Б. в этом отношении очень полезно подвергать образцы выбранного Б. испытанию на искусственное замораживание, к-рое производится под-ряд не менее 25 раз, и, если после этого на испытуемом камне не появляется видимых внешних признаков разрушения, он признается благополучным в отношении выветривания. Т в е р д о с т ь, или сопротивляемость истиранию, имеет для Б. практич. значение лишь в том случае, когда Б. идет на мощение улиц и другие подобные устройства, подвергающиеся истирающим усилиям. О г н е с т о й к о с т ь есть свойство бута не разрушаться от продолжительного действия огня. Это разрушение может проявляться или в виде растрескивания камня или его плавления. К о г н е с т о й к и м породам относятся песчаники; известняки и граниты этим свойством не обладают. См. также *Бутровая кладка*.

Лит.: Э в а л ь д В., Строительные материалы, их приготовление, свойства и испытания, Ленинград, 1926; Ф е д о р о в и ч О., Каменные работы, Москва, 1923. В. Дюховский.

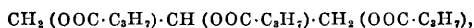
**БУТАН**, предельный углеводород жирного ряда. Существуют два изомера общей ф-лы C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>. Нормальный Б. CH<sub>3</sub>·CH<sub>2</sub>·CH<sub>2</sub>·CH<sub>3</sub> получается действием сухого металлич. цин-

ка на иодистый этил C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>I; газ, легко сгущающийся в жидкость, кипящую при +1°; найден в американской нефти. Из о б у т а н (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>CH получается действием цинка на иодистый третичный бутил (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>CJ в присутствии воды; газ, трудно сгущающийся в жидкость, кипящую при -17°.

**БУТИЛЕН**, непредельные углеводороды этиленового ряда с общей формулой C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>. Известны 3 изомера: этилэтилен CH<sub>3</sub>·CH<sub>2</sub>·CH=CH<sub>2</sub> (t° кип. -5°), симметрич. диметилен CH<sub>3</sub>·CH=CH·CH<sub>3</sub> (t° кип. +1°) и несимметрический диметилен (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C=CH<sub>2</sub> (t° кип. -6°). Все бутилены газообразны, по физическим свойствам сходны с *амиленами* (см.).

**БУТИЛОВЫЙ АЛКОГОЛЬ**. Из 4 известных изомеров Б. а. общей ф-лы C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>·OH техническое значение имеют главн. образом два: 1) Изобутиловый спирт строения (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·CH·CH<sub>2</sub>·OH, выделяемый в качестве побочного продукта при винокурении из сивушного масла путем дробной перегонки; его можно получить также из мелассы путем сбраживания последней (при действии *Bacillus butylicus*). Изобутиловый спирт — прозрачная жидкость характерного сивушного запаха, t° кип. 107,2°, уд. в. при 20° равен 0,797; растворяется в 10 ч. воды при 18°; по химическим свойствам близок к амиловому спирту брожения (см. *Амиловый спирт*); применяется в лаковой промышленности как растворитель; технич. продукт содержит примеси; для очищения его кипятят продолжительное время с негашеной известью и отгоняют чистый спирт, применяющийся для лабораторных целей. 2) Н о р м а л ь н ы й Б. а. CH<sub>3</sub>·(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>·CH<sub>2</sub>·OH в последнее время добывается в больших количествах брожением крахмала (маисового, рисового); его получают также синтетическим путем из кронового альдегида восстановлением его.

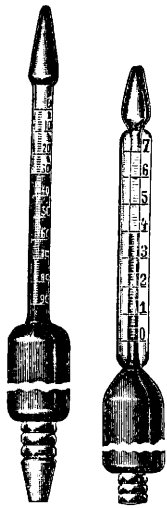
**БУТИРИНЫ**, глицериновые эфиры (глицериды) масляной кислоты; соответственно числу остатков масляной кислоты, введенных в глицерин, различают моно-, ди- и т р и б у т и р и н. Наиболее известен последний:



находящийся в коровьем масле.

**БУТИРОМЕТР**, прибор для определения содержания жира в молоке. К числу бутирометров также относятся галактометры, кремнометры, лактинометры, лактоденсиметры, галактогитометры, лактоскопы, пикнометры и пр. При современном состоянии молочного хозяйства, когда от учета качества и количества получаемого молока зависит назначение кормовых рационов для молочного скота, приборы для определения качества молока необходимы для всех контрольных работ. Одним из лучших приборов для этой цели является Б. д-ра Гербера (Acidbutyrometer v. Dr. Gerber) (см. фиг.). Этот Б. представляет собой стеклянную трубку, запаянную с одного конца, а с другого имеющую расширение, служащее собственно резервуаром для испытуемого молока и реактивов и закрывающееся плотно резиновой

пробкой. Для определения содержания жира в молоке в Б. вливают 10 см<sup>3</sup> серной кислоты, уд. в. 1,82—1,825, затем осторожно добавляют 11 см<sup>3</sup> исследуемого молока и 1 см<sup>3</sup>



амилового спирта (алкоголя уд. веса 0,815 при 15° (или 95—96° по Траллесу). По наполнении Б. плотно закрывают резиновой пробкой и содержимое хорошо взбалтывают. Все составные части смеси соединяются между собою, кроме жира, который всплывает на поверхность и резко отделяется от остальной массы жидкости. После взбалтывания Б. помещается в специальную центрифугу (800—1 200 об/м.) и центрифугируется в течение 3 м.; затем Б. нагревают в течение 5 м. на водяной бане при t° 60—70° и после этого учитывают полученный результат. Каждое деление на шкале Б. соответствует 0,1% жира в молоке (по весу). При контрольных

работах в молочных лабораториях для более точного учета употребляют более сложный Б. — ареометрический аппарат Сокслета (Soxhlet). Принцип его устройства основан на том, что молоко, будучи смешано с едким кали и эфиром, растворяет свой жир в эфире, и прозрачный жировой раствор всплывает на поверхность смеси. По уд. весу этого жирового раствора, определяемому особым ареометром, исследователь устанавливает %-ное содержание жира в молоке с точностью до 0,02%. Б.-лактоскопы, служащие для определения содержания жира в молоке оптическим способом, в виду их неточности, в практике почти не употребляются.

Лит.: Henkel T. h., Katechismus der Milchwirtschaft, 2 Aufl., Stuttgart, 1909. Н. Равицкий.

**БУТОВАЯ КЛАДКА**, кладка для фундаментов строений, для внутренних частей толстых каменных стен, например в опорах мостов; в последних случаях снаружи Б. к. облицовывается тесаным камнем. При большой высоте каменной кладки из бутového камня выводят для прочности стен, через известные промежутки по высоте, так наз. прокладные ряды из тесаных камней, с правильной перевязкой швов, или же ведут Б. к. на гидравлическом растворе, дающем ей монолитную прочность. На Б. к. идут околотый булыжник и отборный рваный, обыкновенно неправильной формы, а также и плитняк, при чем отборный рваный камень, с расщепенкой швов, применяется для поколей и стен, выводится под лопатку по отвесу и ватерпасу. Б. к. из плитняка, с плотной защебенкой, применяется для фундаментов всякого рода зданий и стен, а кладка из отборной плиты—для значительных сооружений. При Б. к. выбираются постелистые камни для версты, при чем сначала производится верстовка насухо с грубой приколочки следует каждый камень сначала при- мерять к месту, остро выступающие части

каменной, мешающие плотности и устойчивости кладки, скальваются, а под пригнанный к месту камень подкладывают раствор, лучше гидравлический, чем воздушный. Слой раствора набрасывается за версту, на этот слой укладывается забутка; необходимо и в забутке прикалывать острые края камней. В швы кладки набрасывают раствор, а самые швы забивают щепнем или мелким камнем. По окончании кладки ряда, поверхность каждого слоя кладки подмазывают раствором. Работа эта производится одинаково при цементном, смешанном или известковом густом растворе. При кладке на жидком цементном, смешанном, известковом или глиняном растворе, кладка выполняется сначала слоями насухо, и каждый слой до поли. насыщения заливается жидким раствором. Поверхность каждого ряда кладки выравнивают как кладкой, так и раствором под уровень. Какого бы размера ни были камни, всегда надо располагать их швы в перевязку. При Б. к. из плиты, плиту следует сначала, насколько возможно, сортировать, чтобы крупные камни относились на углы и версты (наружные грани) и чтобы ряды выходили, хотя и разной высоты, но горизонтальные, а бученку делают в сок, т. е. только наружные камни подливают, а забутку сажают на слой раствора и после расщепенки заливают сверху жидким раствором. При тщательном бучении, более дорогое, которое применяется главным образом на постройке мостов и гидротехнических сооружений, работы производят под лопатку, т. е. каждый камень подливают на густом растворе. После кладки каждого ряда, на поверхности ее в нескольких местах делают в шве углубление ножом или палочкой и льют туда воду; если она уходит—кладка велась небрежно. Для забутки за облицовку толщина бутовой плиты д. б. кратная от толщины облицовки, в противном случае надо скреплять анкерными или же класть облицовку впоследствии, когда забутка осядет. Вес 1 м<sup>3</sup> материала в штабеле: щебня булыжного—1,7 т, щебня плитного—1,6 т, щебня кирпичного—1,17 т, булыжного камня крупного с 16% пустот—2,27 т, плиты бутовой с 0,3 пустот—1,69 т, бутовой кладки—2,06—2,27 т. По новому У. П. на 1 м<sup>3</sup> кладки из камня неправильной формы на густом растворе нужно: бутového камня—1,15 м<sup>3</sup>, плитняка—1,10 м<sup>3</sup>; раствора цементного, сложного, известкового или глиняного на 1 м<sup>3</sup> различной Б. к. требуется: густого—0,36 м<sup>3</sup>, жидкого—0,50 м<sup>3</sup>; кирпичного или каменного щебня—0,01 м<sup>3</sup>. На 10 м<sup>3</sup> Б. к. из крупного булыжника, с расщепенкой, требуется каменщиков—5, рабочих—4, а для бучения из отборной плиты на 10 м<sup>3</sup>: каменщиков—10, рабочих—6, плитотесов—10.

Лит.: Курдюмов В., Материалы для курса стрит. работ, в. IV, СПб, 1899; Новый энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона; де-Рошефор Н., Урочное положение, М., 1928. И. Запорожца.

**БУТЫЛОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО** составляет один из видов *стеклопечного производства* (см.), при чем в Б. п., в особенности для изготовления так наз. зеленой посуды, применяются наиболее дешевые материалы. Кремневая кислота вводится в виде песка, который может содержать в значительном

количестве глинозем и железо; в качестве щелочей в прежнее время употребляли золу некоторых растений и даже подзол (остаток от выщелачивания золы на поташ), а в настоящее время применяют соду и сульфат; известь вводится в виде известкового камня, мела, гашеной извести. Для нек-рых дешевых, но твердых сортов зеленого стекла, например для бутылок под минеральные воды, часто применяют горные породы с добавлением лишь необходимых окислов (в СССР—боржомная бутылка). Для закрашивания стекла в шихту добавляется в зависимости от требуемого оттенка болотная руда, колчеданные огарки, перекись марганца, кокс и т. п. Состав шихты для некоторых бутылочных стекол машинной выработки приведен в табл. 1.

Табл. 1.—Состав шихты для нек-рых бутылочн. стекол машинной выработки.

№№	Материалы	Вес. частей	Примечания
1	Песок . . . .	100	} Для машин Оуенса
	Сода . . . . .	36 или 38	
	Обожж. изв. или известк. камень . . . .	10,5	
2	Песок . . . . .	20,0	} Для машин Оуенса
	Сульфат . . . .	0,27	
	Сода . . . . .	36	
3	Известк. кам.	22	} Очень мягкое стекло
	Бой стекла . .	40	
	Арсеник . . . .	0,38	
4	Песок . . . . .	100	} Среднее стекло
	Сода . . . . .	41,2	
	Известк. кам. или известь . .	16,6	
5	Песок . . . . .	100	} Тверд. стекло
	Сода . . . . .	35,3	
	Известк. кам. или известь . .	22,2	

Для получения полубелых и белых сортов бутылок подбирают более чистые сы-

рые материалы, а также добавляют соответствующие обесцвечивающие вещества. Состав нек-рых зеленых бутылочных стекол виден из табл. 2.

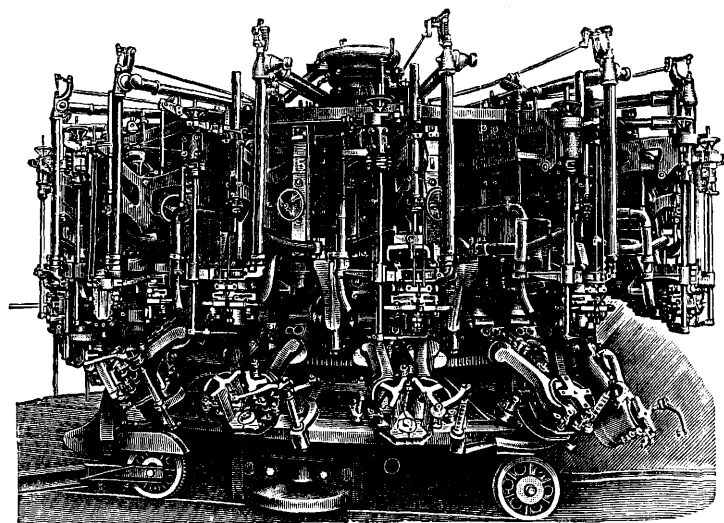
Табл. 2.—Химический состав зеленых бутылочных стекол.

№№	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
1	61,75	7,10	19,60	4,55	2,43	0,11	—	4,10
2	61,90	9,72	21,34	—	3,98	—	2,01	4,17
3	63,34	5,00	17,24	1,33	2,45	0,32	0,04	6,82
4	65,00	6,00	16,24	2,34	1,10	—	1,55	5,97
5	60,20	14,92	12,20	—	2,09	1,27	—	9,13
6	74,78	1,01	5,67	3,22	1,07	—	—	15,75
7	71,90	1,24	10,50	0,10	1,76	—	—	14,50

Б. п. может вестись ручным или машинным способом. До 1926 г. в СССР бутылки производились только ручным способом. Необходимо принадлежностью ручного способа является деревянная или чугунная форма, в которой мастер заканчивает выдувание бутылки. Затем ножницами и разными другими приспособлениями придают необходимую форму горлышку и относят бутылку в отжигательную печь. Переходную ступень от ручного способа к машинному составляют так называемые полуавтоматы, в которых насаживание массы и выдувание производятся механически, помощью разреженного и сжатого воздуха, все же остальные операции совершаются вручную. Таковы машины Шиллера, Вольфа, Северина, Бушера, Борнкесселя.

С 1907 г. ручной и полуавтоматический способы Б. п. постепенно вытесняются автоматич. машинами, в к-рых механизированы все операции. Эти машины можно подразделить на группы: а) вакуумные машины, в которых наборка стекла совершается посредством разреженного воздуха, и б) фидерные машины, в которых стекло для каждой отдельной штуки изделий подается в виде капли.

а) Из вакуумных машин наиболее распространенное получили машины Оуенса и Руарана. Характерной особенностью машины Оуенса (фиг. 1) является вращающийся вокруг вертикальной оси стол, по окружности которого расположен ряд форм (6, 10 или 15). Ванна с расплавленным стеклом, представляющая собою шамотную чашу, диам. 4—5 м и глубиной 200 мм, также вращается, с той целью, чтобы в каждую форму попадал заряд чистого стекла определенной  $t^\circ$ . Стол машины и ванна установлены так, что часть окружности стола заходит в ванну. Когда форма становится над расплавленным стеклом, она плавно опускается нижним концом в стекло; в этот момент автоматически включается вакуум. Стекло входит в форму,

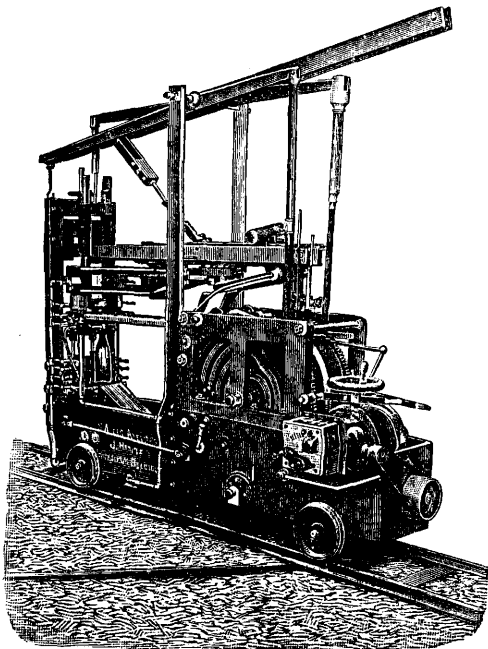


Фиг. 1. Вакуумная машина Оуенса.



которая тотчас снова поднимается. После этого под форму, наполненную стеклом, подводится раскрытая отделочная форма, в которую и переходит стекло. В отделочной форме выдувается бутылка. Машина довольно сложна и требует дорогого оборудования (вращающаяся ванная печь); необходимость поддержания надлежащей температуры ванны увеличивает расход топлива на 25%. Мощность двигателя, необходимая для 10-комплектной машины, — 135 НР. Производительность машины высока: 10-комплектная машина дает в 1 минуту 28 бутылок емкостью 600—700 см<sup>3</sup> или 65—68 бутылок емкостью 100 см<sup>3</sup>. Количество брака зависит от размера вырабатываемой посуды: при средних размерах он составляет 5—10%, а при мелких сортах аптекарской посуды — до 25%. Машины могут вырабатывать бутылки с любым дном и ручкой (флаконы). В Зап. Европе распорядителем патента является «Европейский бутылочный синдикат».

Машина Руарана (фиг. 2) имеет лишь одну форму на неподвижном столе и, в сущности, воспроизводит все манипуляции ручной работы. Во время работы она устанавливается неподвижно на рельсах против



Фиг. 2. Вакуумная машина Руарана.

рабочего окна, автоматически открывает заслонку, вдвигает черновую форму в печь, слегка наклоняя и опуская ее в стекло. Стекло засасывается вакуумом, форма выпрямляется и вытягивается из печи. В момент наполнения формы стеклом специальный зажим формирует горло бутылки. Затем наборная форма передает стекло отделочной форме, в которой выдувание и образование бутылки производится сжатым воздухом. Когда бутылка готова, она падает горлом вниз на специальный наклонный лоток, снабженный в нижней горизонтальной части мягким асбестовым упором. Движения ма-

шины разграничены долями секунды, и весь процесс разбит на ряд моментов, к-рые следуют один за другим без малейшей потери времени. Бутылки по своему качеству не оставляют желать ничего лучшего, строго сохраняют правильные очертания формы, имеют равномерное распределение стекла и совершенно одинаковые как вес, так и объем. Выработка колеблется от 2 до 3 бутылок в 1 м. в зависимости от сорта, размера и веса бутылки. Кроме того, фактором производительности является вязкость стекла; при очень высокой  $t^{\circ}$  (жидкое стекло) или при большом содержании щелочей (мягкое стекло) стекло медленно остывает в форме, и производительность машины уменьшается. Машина Руарана вырабатывает бутылки высотой от 170 до 400 мм.

б) Фидерные машины имеются различных конструкций, но все они в существенных чертах сходны между собою. Типичным образцом может служить фидерная машина Оуенса-Грехема (фиг. 3). Она имеет два формовочных стола, один над другим, к-рые вращаются вокруг вертикальной колонны. На верхнем столе расположены черновые формы, а на нижнем — отделочные; между обоими стопами помещены приспособления для формовки горлышек и для передачи «баночки» от одной формы к другой. Над верхним столом расположен механизм с коллекторами сжатого воздуха и соответствующими автоматич. приспособлениями. Весь цикл операций показан на фиг. 4 в их последовательности: 1) Порция стекла из фидера проходит в черновую форму, замкнутую снизу плунжером и горлышковой формой. Плунжер представляет собой заостренный кусок железа толщиной соответственно отверстию бутылки. 2) Направляющая часть фидера отошла от формы и заменена вдвухателем, который вгоняет сжатый воздух и формирует при помощи плунжера и горлышковой формы конец бутылки. 3) Верхнее отверстие черновой формы закрывается затвором вдвухателя, плунжер удаляется из горлышка, сжатый воздух проникает в отверстие, оставленное плунжером, и распространяет стекло по всей форме. 4) Стеклая баночка перевернута наоборот в отделочной форме; горлышковая форма все еще крепко держит конец баночки. 5) Сжатый воздух проталкивается через форму горлышка до дна и раздувает стекло соответственно стенкам отделочной формы. После этого форма горлышка возвращается к черновой форме, между тем как бутылка остывает, находясь все время внутри еще закрытой отделочной формы. 6) Отделочная форма раскрыта, нижняя пластинка плавно наклоняется, и бутылка выпадает т. о., что особый аппарат может поместить ее стоймя на конвейер. Важным преимуществом этой системы является то, что бутылка остается в отделочной форме, пока черновая форма получает заряд стекла, благодаря чему достигается большее охлаждение стекла, и машина может работать с большей скоростью. Для управления машиной и фидером нужны два человека, которые следят за приборами, смазкой, регулируют  $t^{\circ}$ , вес и размер порций стекла, получаемого из фидера.

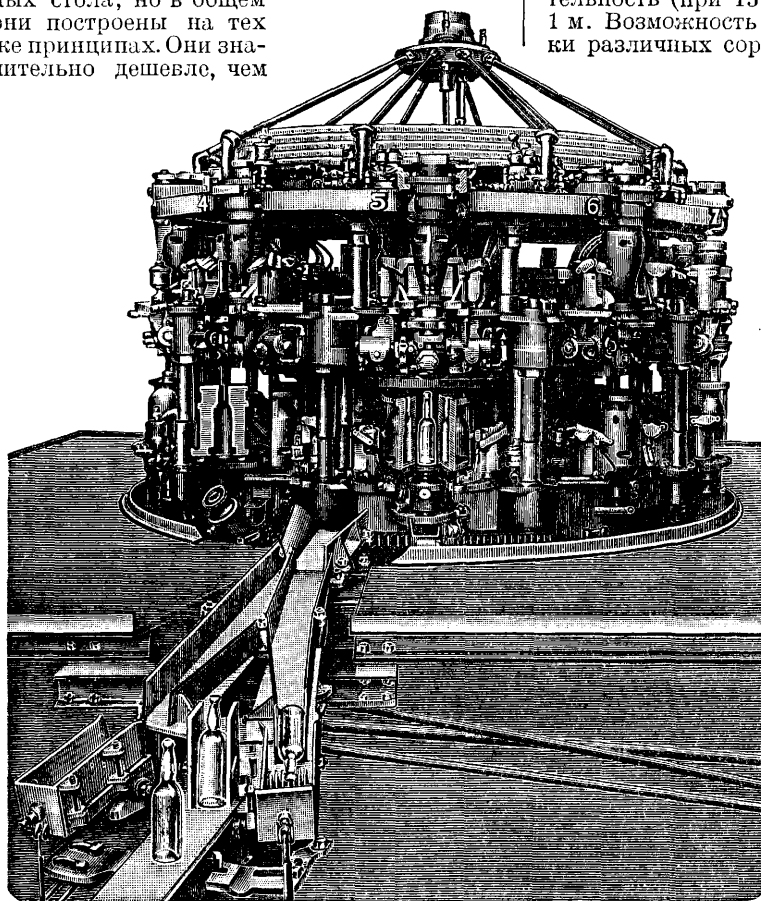
Машины Л и н ч а, а также О'Нейла, отличаются от предыдущей гл. обр. тем, что вместо двухъярусного стола имеют два отдельных стола, но в общем они построены на тех же принципах. Они значительно дешевле, чем

ну для Б. п., позволяющую одновременно вырабатывать от 6 до 10 различных сортов и размеров изделий и имеющую производительность (при 15 рукавах) до 120 шт. в 1 м. Возможность одновременной выработки различных сортов бутылок представляет

большое преимущество. Рост производства бутылочного стекла в Союзе ССР характеризуется следующими цифрами: в 1922/23 г. стекольн. заводами изготовлено бутылок (в *m*) 12 270, в 1923/24 г. — 26 366, в 1924/25 г. — 67 841, в 1925/26 г. — 97 189, в 1926/27 г. — 105 020.

Лит.: Любавин Н., Техническая химия, т. 1, СИБ, 1907; «Керамика и стекло», Москва, 1925—27; D r a l l e R., Die Glasfabrikation, В. 1, р. 570—671, München, 1926; «Journal of the Society of Glass Technology», L., 1919, р. 183, 1924, р. 293; «Journal of the Soc. of Glass Technology», L., 1917, р. 105; «Journal of the American Ceramic Society», Colimb., 1918—27; «Journal of the Society of Glass Technology», London, 1917—27; «Glastechnische Berichte», Frankfurt a/M., 1922—27; Джон Майкель Оуэнс (J. Michael Owens), Ам. П. 548 588/94; Жан Вольф (J. Wolf), Г. П. 168 996 и 176 511, Ан. П. 168 468; Гартфорд-Фермон (Hartford-Fairmont), Ам. П. 1 331 472; Ашли (Ashley), Ан. П. 3 673/89; Г. Северин (H. Severin), Г. П. 161 557, Ан. П. 9 489/02; Д. Б. Грехем (J. B. Graham), для Owens Bottle Co Toledo, Ам. П. 1 405 204; Ан. П. 192 347; О'Нейл (O'Neil), Ам. П. 1 462 652; Ан. П. 144 344/19; Р. Ла Франс (R. La France), Ам. П. 1 185 687 и Г. П. 280 008 и 284 517; М. Д. Оуэнс (M. J. Owens), Ам. П. 766 768, 1 319 098, 1 322 726 и 1 348 365; Г. П. 363 946; Руаран (Roirant), Ф. П. 575 544, 589 018, 589 805.

И. Нитягородский.



Фиг. 3. Фидерная машина Оуенса-Грехема.

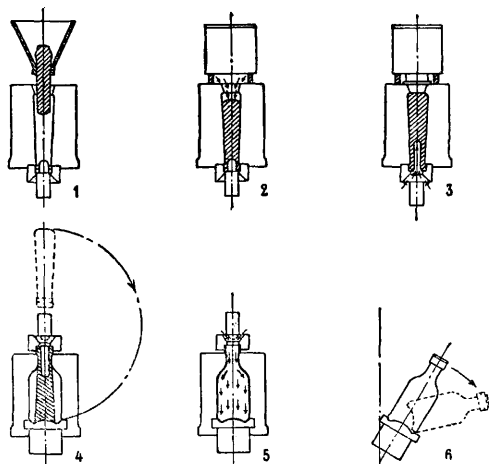
машины Оуенса-Грехема, так как на них патента нет. В 1927 г. Френсис Редферн в Англии выпустил новую автоматич. маши-

ну для Б. п., позволяющую одновременно вырабатывать от 6 до 10 различных сортов и размеров изделий и имеющую производительность (при 15 рукавах) до 120 шт. в 1 м. Возможность одновременной выработки различных сортов бутылок представляет

большое преимущество. Рост производства бутылочного стекла в Союзе ССР характеризуется следующими цифрами: в 1922/23 г. стекольн. заводами изготовлено бутылок (в *m*) 12 270, в 1923/24 г. — 26 366, в 1924/25 г. — 67 841, в 1925/26 г. — 97 189, в 1926/27 г. — 105 020.

Лит.: Любавин Н., Техническая химия, т. 1, СИБ, 1907; «Керамика и стекло», Москва, 1925—27; D r a l l e R., Die Glasfabrikation, В. 1, р. 570—671, München, 1926; «Journal of the Society of Glass Technology», L., 1919, р. 183, 1924, р. 293; «Journal of the Soc. of Glass Technology», L., 1917, р. 105; «Journal of the American Ceramic Society», Colimb., 1918—27; «Journal of the Society of Glass Technology», London, 1917—27; «Glastechnische Berichte», Frankfurt a/M., 1922—27; Джон Майкель Оуэнс (J. Michael Owens), Ам. П. 548 588/94; Жан Вольф (J. Wolf), Г. П. 168 996 и 176 511, Ан. П. 168 468; Гартфорд-Фермон (Hartford-Fairmont), Ам. П. 1 331 472; Ашли (Ashley), Ан. П. 3 673/89; Г. Северин (H. Severin), Г. П. 161 557, Ан. П. 9 489/02; Д. Б. Грехем (J. B. Graham), для Owens Bottle Co Toledo, Ам. П. 1 405 204; Ан. П. 192 347; О'Нейл (O'Neil), Ам. П. 1 462 652; Ан. П. 144 344/19; Р. Ла Франс (R. La France), Ам. П. 1 185 687 и Г. П. 280 008 и 284 517; М. Д. Оуэнс (M. J. Owens), Ам. П. 766 768, 1 319 098, 1 322 726 и 1 348 365; Г. П. 363 946; Руаран (Roirant), Ф. П. 575 544, 589 018, 589 805.

И. Нитягородский.

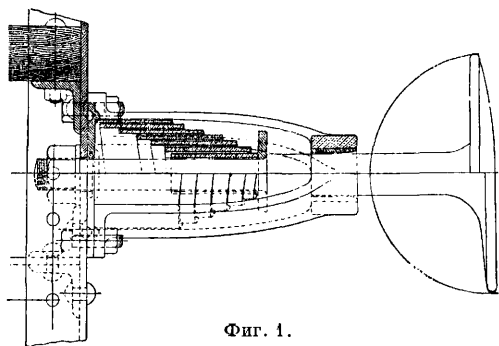


Фиг. 4. Схематическое изображение работы фидерной машины Оуенса-Грехема.

**БУТЫЛОЧНЫЙ КАМЕНЬ**, нек-рые сорта лавы (обсидиан и пемза), применяемые в стекольном производстве для изготовления бутылок. В СССР такая лава встречается на Кавказе, гл. обр. в Грузии и Армении.

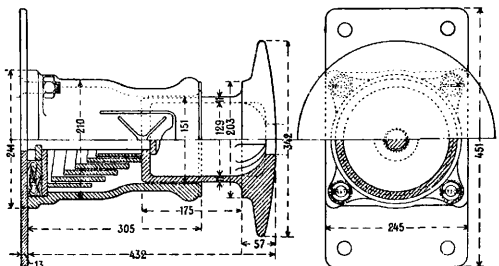
**БУФЕР**, деталь локомотива или вагона, воспринимающая сжимающие силы в поезде и удары при набегании вагонов. В европейском подвижном составе ставят по два Б. с каждого конца рамы; в Америке—один, т. к. центральная сцепная головка служит также и Б. В вагонах наших жел. дорог Б. состоит (фиг. 1) из стержня, один конец которого имеет вид тарелки; стержень опирается на пружину, заключенную в стакане, прикрепленном болтами к буферному брусу. Чтобы избежать повреждений Б. при движении вагонов по закруглениям, левую переднюю тарелку делают плоской, а правую—выпуклой. С этой же целью за границей на дорогах с крутыми кривыми в длинных вагонах оба Б. (правый и левый) соединяются

балансиром, так что на кривой движение одного буфера производит выдвигание другого. Главный недостаток принятой у нас



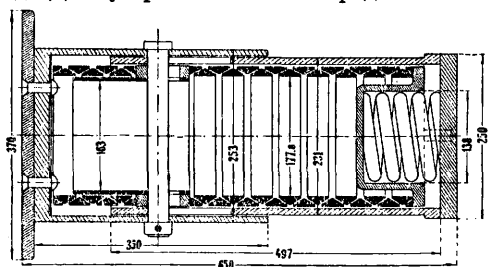
Фиг. 1.

конструкции Б. — слабость стержня, к-рый при ударах изгибается; за границей часто применяются Б. со стержнями, имеющими вид стакана (фиг. 2). Сила пружины Б. нашего нормального товарного вагона (5 т) недостаточна для восприятия сил, действующих на Б., поэтому эти силы передаются



Фиг. 2.

неупруго, повреждая часто вагоны. Опыт германских дорог показал, что при следовании товарных поездов на автотормозах сила буферной пружины д. б. не менее 12 т. Поглощенные Б. сжимающие силы по прекращении их действия отдаются пружинами Б. обратно и, суммируясь, достигают иногда таких величин, что вызываемые таким образом сильные толчки могут разорвать поезд. Для устранения этого предложены Б.



Фиг. 3.

с фрикционными устройствами, поглощающие трением большую часть переданной Б. работы сжимающих сил (75—90%) и, следовательно, обладающие малой отдачей. В Германии получил распространение Б., изображенный на фиг. 3, где работа поглощается трением поверхностей входящих друг в друга конических колец. Красовский.

**БУФЕРНЫЕ СМЕСИ**, буферные растворы, регулирующие растворы, — растворы, мало изменяющие концентрацию водородных ионов  $p_H$  или  $[H^+]$ , т. е. активную кислотность, при разбавлении водою и даже при введении слабых электролитов, например белковых студней. Они состоят из смесей растворов слабых кислот и их щелочных солей. Присутствие последних понижает ионизацию кислоты; при разведении такого раствора водою абсолютное число частиц к-ты понижается, но зато ионизация, в силу уменьшения концентрации, повышается. Однако вместе с тем уменьшается также и концентрация щелочной соли и, сообразно с этим, ослабляется ее (понижающее ионизацию) действие на к-ту. Соответственно этому ионизация к-ты возрастает. Сочетание этих влияний приводит к тому, что практич. истинная кислотность (концентрация водородных ионов  $p_H$ ) почти не изменяется при разбавлении.

Буферные растворы совершенно необходимы при изучении студней и коллоидов, т. к. ничтожные изменения  $p_H$  (см. *Водородные ионы*) сильнее всего влияют на свойства коллоидов. Установление же истинной кислотности простой нейтрализацией к-той или щелочью совершенно невозможно. Б. с. приходится пользоваться также и при установлении величины  $p_H$  при помощи индикаторов, сравнивая окраску при прибавлении определенного количества данного индикатора к испытываемому раствору с окраской одной из вышеуказанных смесей определенного состава и определенного  $p_H$  при прибавлении того же индикатора. Всегда, когда в техник. процессах присутствует слабая к-та и ее соль, величина  $p_H$  изменяется весьма слабо при прибавлении воды или веществ слабо кислотного либо слабо щелочного характера. Раствор как бы урегулирован по величине  $p_H$  или является буфером для сохранения последней. Этим объясняется сохранение величины  $p_H$  при техник. процессах за счет прибавления нейтральных солей, например при крашении (введение  $Na_2SO_4$ ), дубления (соли дубильных к-т). Присутствие фосфорнокислых солей в крови обуславливает постоянство ее истинной кислотности и тождество условий, в которых протекают основные жизненные процессы.

Последнюю наиболее полную и точную сводку — см. *Справочник физических, химических и технологических величин*.

Лит.: Clark W. M., Determination of Hydrogen Ions, Baltimore, 1920; K o p a c z e w s k i W., Les ions d'hydrogène, P., 1926; M i c h a e l i s L., Die Wasserstoffionen-Konzentration, B., 1923. В. Курбатов.

**БУФЕРНЫЙ БРУС**, концевой поперечный брус рамы локомотива или вагона, к которому прикрепляются буфера. В локомотивах делается в виде клепаной или штампованной балки; в вагонах — из прокатной, реже — штампованной стали.

**БУФФАЛО**, золка кожи известью при 32—40°, оканчивающаяся в 2—3 дня благодаря усилению ферментативных процессов. Иногда под этим термином в Америке разумеют 10-часовую золку в смеси сернистого натрия и извести с последующей промывкой в воде температуры 35—43°. См. *Золение*.

## БУХГАЛТЕРИЯ ПРОИЗВОДСТВА, см. Бухгалтерия промышленного предприятия.

**БУХГАЛТЕРИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**, совокупность записей, регистрирующих и учитывающих в ценностном выражении по определенным принципам и методам хозяйственную деятельность пром. предприятия. Хозяйственные операции, т. е. изменения в составе средств и, в связанных с распоряжением ими, правовых отношениях, записываются в порядке хронологическом, а также систематическом, т. е. операции распределяются по хозяйственным функциям и процессам на обособленные группы, или т. н. счета. Каждому счету присваивается наименование (номенклатура счетов) соответственно характеру учитываемого процесса или функции.

Наиболее рациональным методом учета является т. н. двойная бухгалтерия, которая облегчает проверку и гарантирует правильность и полноту записей и вместе с тем дает возможность устанавливать ход хозяйств. процессов, положение предприятия и конечный результат операций на каждый момент. Двойная бухгалтерия рассматривает всякую операцию как двухстороннюю сделку между двумя субъектами-счетами, из к-рых один—дебитор—получает (дебет, приход счета), а другой—кредитор—ссужает определенную сумму (кредит, расход счета). Отсюда ясно, что дебитование одного счета всегда сопровождается кредитованием какого-либо другого счета; между счетами устанавливаются определенные сочетания (корреспонденция счетов), и сумма дебетов всех счетов равняется сумме кредитов всех счетов или, как технически выражаются, суммы балансируются.

Корреспонденция счетов пром. предприятия одновременно выявляет производственную деятельность предприятия в системе производственных счетов, коммерческие и финансово-расчетные его операции, организационные и правовые взаимоотношения предприятия со своими составными частями и государственной казной (счета капиталов, взаимных расчетов и др.) и вообще весь ход оперирования средствами и конечные результаты. В частности счет капитала выражает в капиталистическ. предприятии долю владельца в общей массе средств; в наших же государственных предприятиях он указывает на размер средств, выделенных государством данному промышленному предприятию как обособленному юридическому лицу.

Типовая схема корреспонденции счетов промышленного предприятия нагляднее всего представляется на прилагаемой схеме в т. н. шахматной форме (ст. 121—2).

На этой схеме в первых графах, вертикальной и горизонтальной, помещены в одном и том же последовательном порядке наиболее употребительные, типовые счета (в горизонтальной графе для сокращения места проставлены лишь их номера). Обычно в горизонтальной графе помещаются названия кредитовых счетов, а в вертикальной—названия дебетовых, так что по горизонтальным линиям располагаются дебетовые суммы, а по вертикальным столбцам—кредитовые. Крестинами обозначены наиболее часто встречающиеся сочетания счетов (обороты). Так, напр., из горизонтальной дебетовой линии видно, что на

счет производства (№ 18) поступают: материалы и топливо (№ 5), полуфабрикаты (№ 6), заработная плата (№ 12), деховые и прочие расходы (№№ 14 и 16). С другой стороны, из вертикальной кредитовой колонки того же счета видно, что из производства могут выходить: материалы и топливо (т. е. возвращаются угары, отбросы и т. п.), полуфабрикаты (для переработки в другом производстве) и готовые товары (№ 7). Обороты по №№ 19—24 показывают источники образования отдельных капиталов и способы их расходования. Номенклатура счетов приведена в сжатом виде по главным группам, которые, в свою очередь, детализируются в текущем учете по более мелким рубрикам. Напр., счет имущества (№ 1) может подразделяться на здания, оборудование, хозяйств. инвентарь и т. п. Разумеется, схема не исчерпывает всех могущих встретиться на практике оборотов.

**I. Организация бухгалтерского учета.** Бухгалтерия является важным элементом организации всякого предприятия. «Ведение книг, как средство контроля и идеального объединения всего процесса, становится тем необходимым, чем более процесс расширяется до общественных размеров и чем более он утрачивает свой чисто индивидуальный характер» (Маркс). Б. п. п., по нашему законодательству, строится на принципе самостоятельного счетоводства отдельных производственных предприятий (заводов, фабрик и т. д.), входящих в состав треста, но при соблюдении единства баланса всего треста. Отчеты предприятий являются в данном случае также и отчетами по использованию полученных от треста средств на осуществление производства. Расчеты между трестами и его предприятиями группируются в счете взаимных расчетов. При нашей системе управления государственными предприятиями бухгалтерия отдельных хозяйственных органов должна доставлять материал для составления сводных балансов и отчетов по целым отраслям, а затем—по всей государственной промышленности, и наконец, по всему вообще народному хозяйству [рез. XII съезда ВКП(б) о промышленности]. Для обеспечения в Б. п. п. необходимого единообразия основные директивы даются по всей линии государственной промышленности, и кроме того по вопросам бухгалтерского учета установлена система непосредственного подчинения бухгалтера предприятия бухгалтеру треста, а этого последнего—выше стоящим счетным инстанциям.

Для выполнения своей задачи Б. п. п. пользуется общеустановленными средствами счетоводства. Записи ведутся в книгах, на карточках или на отдельных листах на одном из живых языков, при чем государственным предприятиям не возвращается и употребление шифра. Все записи д. б. документально обоснованы. Книги, карточки или листы, содержащие запись всех без исключения операций, называются основными, в отличие от вспомогательных, в которых регистрируются лишь известные категории операций (товарные, кассовые, вексельные и т. п.). Системы книг применяются разные, известные в общем счетоводстве: журнал и главная (т. н. итальянская форма счетоводства), кассовый журнал и мемориал (немецкая форма), особые журналы для отдельных крупных хозяйственных процессов и функций, например покупок, продаж, векселей, кассы и т. п. (французская форма), журнал-главная (американская форма). В последнее время

Типовая схема нормальных оборотов между счетами в промышленном предприятии.

Кредитуемые счета Дебитуемые счета																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. Имущество . . . . .		x	x					x		x										x							x			
2. Запасное оборудование . . . . .	x		x					x		x							x									x				
3. Капитальные затраты . . . . .		x			x	x	x	x		x	x	x				x	x									x				
4. Заготовки . . . . .					x	x	x	x		x	x				x	x										x				
5. Материалы, топливо . . . . .			x	x				x		x					x	x	x	x								x		x		
6. Полуфабрикаты . . . . .			x	x				x		x					x	x										x		x		
7. Товары . . . . .				x				x		x							x									x		x		
8. Ден. сред. (касса, тек. счета) . . . . .								x	x	x	x						x									x	x	x		
9. Ценные и %-ные бумаги . . . . .								x		x																x		x	x	
10. Дебиторы . . . . .								x	x	x	x				x	x										x	x	x		
11. Взаимные расчеты . . . . .	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x										x		x		
12. Зарплата . . . . .																											x			
13. Текущий ремонт . . . . .		x			x	x	x	x		x	x	x				x	x									x				
14. Цехов. и фаб.-зав. расходы . . . . .		x			x	x	x	x		x		x	x			x	x									x				
15. Торговые и администр. расходы . . . . .					x	x	x			x	x	x	x			x						x				x				
16. Остальные расходы . . . . .					x	x	x	x		x	x	x	x									x				x				
17. Ликвидация выбыв. имущества . . . . .	x	x						x		x	x				x	x					x					x		x		
18. Производство . . . . .					x	x						x	x	x																
19. Уставной капитал . . . . .																						x								
20. Изменение устав. капитала * . . . . .																						x								
21. Амортизационный капитал . . . . .			x														x													
22. Резервный капитал . . . . .																													x	
23. Фонд улучш. быта раб. и служ. . . . .			x													x														
24. Спец. капиталы и фонды ** . . . . .																														
25. Резервы . . . . .																													x	
26. Кредиторы . . . . .								x	x	x	x					x	x									x		x		
27. Продажа . . . . .					x	x	x								x	x													x	
28. Разные доходы . . . . .											x																		x	
29. Прибыль-убыток отч. года . . . . .										x	x					x	x	x								x		x		
30. Прибыль-убыток до отч. года . . . . .																										x	x	x	x	

\* Счет № 20 деbitуется и кредитуется в зависимости от тех ценностей, к-рые поступают или изымаются из предприятия в целях изменения его уставного капитала.

\*\* Деbitуются в зависимости от их назначения.

получают распространение машины (см. *Счетные машины*).

**II. Учет производства.** Центральную роль в Б. п. п. играет учет производства, имеющий своей задачей показать все развертывание производственного процесса и отразить все его стадии. Какие именно стадии признаются необходимым учитывать, зависит от особенностей предприятия, но основные указания для этого даются в директивах по калькуляции для каждой из отраслей государственной промышленности. Затраты на производство устанавливаются и учитываются как по месту, так и по виду издержек. По месту издержек затраты подразделяются на цеховые расходы по основным, подготовительным, обслуживающим и т. п. це-

хам и на общезаводские расходы, т. е. расходы, не могущие быть отнесенными непосредственно на то или другое производство или цех. По способу разнесения затраты на производство делятся на прямые и косвенные.

Отдельные элементы производства учитываются следующим образом. Сырье, топливо и материалы, разгруппированные по видам и сортам, приходятся и расходуются по фактич. себестоимости, включая и стоимость их доставки. Обнаруженные в процессе производства обычные излишки и потери относятся на производство, оказавшиеся же впоследствии при инвентаризации — относятся на счет случайных доходов и расходов. Износ орудий производства данного

цеха или предприятия в соответственной доле *амортизации* (см.) сносится на стоимость продукции, выпущенной за тот же период. По учету труда Б. п. п. имеет задачу определить, во-первых, размер причитающейся на основании существующих правил заработной платы, куда входит не только тарифная оплата за проработанное время, но и все другие виды оплаты; во-вторых, т. н. накладные расходы на рабочую силу, к-рые включают оплату отпусков, перерывов для кормящих женщин, проездные, квартирные и т. п., и, в-третьих, т. н. начисления на заработную плату, куда входят всякие обязательные отчисления на социальное страхование, на культурно-просветительные нужды и т. п. Все затраты на производство учитываются по их видам на особых счетах, откуда они впоследствии переносятся в соответственных долях либо на производство данного продукта непосредственно, либо на цеховые и общезаводские расходы, связанные с его производством. В конечном итоге на дебет счета производства попадают все затраты на производство по материалам, топливу, заработной плате, цеховым и фабрично-заводским расходам, амортизации и пр., при чем нек-рые из них сами по себе являются комплексными. Если и последние разложить на составные элементы, то получится стоимость производства по элементам. По всем этим данным учета составляют сводный отчет по производству, который показывает как общую стоимость производства по отдельным составным его частям, так и стоимость производства по элементам затрат. Производство выпускает или готовый для реализации фабрикат (товар) или промежуточный продукт, направляемый для переработки в другой цех данного предприятия или другое предприятие. Какой именно вид продукции получается в процессе производства (готовые изделия, полуфабрикаты или сырье), в нашей практике устанавливается в зависимости от хозяйственно-производственной роли их. По терминологии ВСНХ, готовыми изделиями называются лишь те, которые предназначаются для сбыта; полуфабрикатами — предметы, предназначенные для последующей переработки, хотя бы в данном отдельном предприятии треста они являлись вполне законченными продуктами, и, наконец, сырьем или материалом (в зависимости от вида и обработки) — все, что поступает извне для последующей переработки.

Стоимость выпускаемых продуктов сносится со счета производства на счета продуктов. Ясно поэтому, что стоимость продуктов плюс остаток незаконченного производства должны равняться общему дебету производства. Счет производства является т. о. собирательным переходным счетом, в котором суммируются все производственные затраты, предварительно систематизированные. По мере завершения производства счет показывает в остатке размер незаконченного производства и этим остатком в конце года закрывается (балансируется). Следовательно, он является замкнутым балансом, показывающим в развернутом виде весь производственный процесс

и его элементы. Так как он указывает стоимость всего производства и сумму выпущенной продукции, то он дает материал для *калькуляции* (см.).

В способе учета производства, применяемом у нас в настоящее время, в основу учета положены стадии производственного процесса, а элементы затрат выявляются внесистемно. Возможен, однако, и другой способ (практиковавшийся одно время и в нашей государственной промышленности), при котором бухгалтерский учет ведется по элементам затрат, а стоимость производства по отдельным стадиям определяется внесистемно. Учет по стадиям производства диктуется интересами возможно лучшего управления производством и наблюдения за его отдельными участками, учет же по элементам затрат более удобен для планирования заготовительной деятельности, для наблюдения за отдельными ценообразующими факторами себестоимости и т. п.

**III. Учет строительных работ.** Учет строительства и капитальных ремонтов принципиально лишь немногим отличается от учета производства. Продукцией в данном случае является новое строение или законченный ремонт. Счетом, суммирующим (синтезирующим) все отдельные стадии строительства и затраты по видам их, является счет капитальных затрат, напоминающий по своей природе и строению счет производства. В развитие основного счета по строительству и капитальным затратам ведется детальный учет по новым постройкам, достройкам, перестройкам, установкам и монтажу машин, переоборудованию и т. д., а для отражения способа производства этих работ они отдельно учитываются по группам хозяйственного и подрядного способов.

**IV. Баланс.** На основании учета по правилам двойной бухгалтерии составляется баланс, указывающий состояние и принадлежность всех средств предприятия на определенный момент. Средства состоят из разного рода имущества, товарных, материальных и денежных ценностей, и прав по отношению к должникам. По принадлежности средства делятся на собственные (капиталы и фонды) и заемные (кредиторы). Средства показываются в активе баланса, а принадлежность в пассиве. Актив и пассив баланса дают одинаковые итоги.

Первоначальный баланс составляется на основании непосредственного подсчета в натуре, описи, оценки и проверки всех средств, прав и обязательств, предоставляемых учреждаемому предприятию (см. *Инвентаризация*). По разнице актива и кредиторских сумм определяется размер уставн. капитала для баланса трестов или счет правления треста по полученным от него средствам по балансу предприятия.

Составленный т. о. баланс называется инвентарным, а после его надлежащего утверждения служит вступительным (начинательным, входящим) балансом, которым начинается последующий текущий учет. В процессе текущей оперативной работы между статьями баланса происходят различные перемещения. Для более полного освещения характера этих

перемещений вводят ряд дополнит. счетов, называемых калькуляционными, переходящими и статистическими. Если подсчитать обороты по всем счетам и показать их в систематизированном виде и сальдо по ним, то получим к н и ж н ы й (называемый также проверочным или пробным) б а л а н с. Последний важен не только для проверки бухгалтерской правильности записей, но еще в большей степени для ориентации руководителей в общем ходе дела на даты этих балансов. Для такой ориентации книжный баланс подлежит т. н. «очистке». По схеме ВСНХ СССР для промышленных предприятий такой «очистке» подлежат гл. образом счета: А) расходы к распределению с детализацией: 1) заработная плата, 2) накладные расходы на рабочую силу, 3) начисления на заработную плату, 4) акцизы, налоги и сборы, 5) страхование, 6) транспорт, 7) текущий ремонт, 8) амортизация, 9) цеховые расходы, 10) общезаводские расходы, 11) общеадминистративные расходы правления, 12) торговые расходы, 13) проценты за кредит, 14) расходы по содержанию консервированных предприятий, 15) расходы за счет фонда улучшения быта рабочих и служащих («фубр»), 16) расходы разные и 17) расходы будущих лет. Все перечисленные статьи могут дать остатки (сальдо) исключительно дебетовые, и поэтому их остатки всегда будут в активе баланса. Наоборот, статьи: А) доходы с детализацией: 1) выпуск продукции, 2) продажа изделий, 3) доходы от выполнения заказов, 4) продажа материалов, 5) проценты полученные, 6) доходы разные и случайные, 7) доходы будущих лет—всегда дают остатки (сальдо) кредитовые и показываются в пассиве баланса. Для «очистки» книжного баланса расходы к распределению, показанные выше под №№ 1—10, относятся на производство или содержание аппарата правления треста, № 15—на «фубр», №№ 11—14 и 16—на убытки, а № 17 оставляется на балансе самостоятельной статьей. Остатки по статьям «доходов» относятся к прибыли, кроме доходов будущих лет, оставляемых на балансе. Счет производства покажет т. о. стоимость остатка незаконченного производства на число проверочного баланса, а счет прибыли и убытка покажет ориентировочный результат на это же число. Все эти подсчеты делаются, однако, без всяких проводок и записей по книгам.

К концу операционного года эти счета по проверочному балансу обязательно закрываются путем разности остатков примерно по описанной схеме. Остатки баланса проверяются в натуре и с контрагентами и в случае надобности исправляются по фактич. состоянию, при чем разницы относятся на убытки и прибыли. Полученный реальный баланс называется з а к л ю ч и т е л ь н ы м, или г е н е р а л ь н ы м. В заключительном балансе производственного предприятия, входящего в состав треста, результаты показывают, в сущности, экономию или перерасход против той цены продукции, к-рая была принята в основу расчетов между трестом и его предприятиями в нарядах-заказах. При утверждении баланса произво-

дится распределение прибыли и покрытие убытков треста. Убытки покрываются резервным капиталом, а при недостаточности последнего оставляются на балансе и погашаются прибылями будущих лет. Уменьшение убытками уставного капитала возможно только в особом порядке.

Заключительные балансы составляются ежегодно на дату, предусматриваемую уставами предприятий, по нашему законодательству в полуторамесячный срок со дня окончания отчетного периода для производственных предприятий и в трехмесячный срок для промышленных предприятий (трестов). Отсрочки допустимы только в исключительных случаях, с разрешения соответствующих учреждений, на срок не свыше трех месяцев.

Балансы производственных предприятий представляются в правление треста, а балансы трестов—учреждению, в ведении которого последние состоят, и в соответственные органы Наркомфина. Утверждение баланса должно последовать в трехмесячный срок со дня его представления. После окончательного утверждения заключительного баланса и разности результатов по счетам, с распределением прибылей и покрытием убытков, баланс отражает фактич. состояние к началу следующего года и является о к о н ч а т е л ь н ы м з а к л ю ч и т е л ь н ы м балансом для истекшего отчетного года и в с т у п и т е л ь н ы м на следующий отчетный год. Если же предприятие ликвидируется, то заключительный его баланс является л и к в и д а ц и о н н ы м.

Баланс показывает статическое состояние предприятия на определенный момент—дату баланса. Освещение деятельности предприятия содержится в отчете. Годовой отчет состоит из баланса с приложениями. По схеме, установленной ВСНХ СССР для подведомственных предприятий, приложения должны освещать всю деятельность предприятия, т. е. его производственную работу, в частности—рационализацию, воспроизводство основного капитала (как по линии капитальных ремонтов, так и нового строительства), калькуляцию и себестоимость продукции, производительность труда и уровень заработной платы, качество продукции, реализацию продукции, материальное снабжение, финансово-экономич. положение и, наконец, конечные результаты годовой работы. Обычно приложения к балансу даются на отдельных таблицах по известной форме.

В отличие от балансов капиталистич. предприятий в балансах наших трестов и их предприятий нет стоимости земельных участков, месторождений ископаемых, лесов и вод, т. к. они, по нашему законодательству, изъяты из гражданского оборота и предоставляются лишь в пользование. Однако их площадь обязательно должна показываться в уставах, отчетах и балансах. В балансах особо выделяются т. н. з а б а л а н с о в ы е статьи. Сюда относятся ценности, права и обязательства, в отношении к-рых предприятие ограничено правом пользования и распоряжения (например арендованное или залоговое имущество, комиссионные товары, ценности на хранении), а также

условные права и обязательства (например гарантийные векселя).

После утверждения баланс подлежит обязательной публикации. Частные и концессионные предприятия, обязанные публичной отчетностью, также представляют в органы НКФ по принадлежности свои балансы и после рассмотрения публикуют их. Вместе с балансом публикуется таблица прибылей и убытков.

Анализ баланса состоит: а) из формальной проверки правильности и документальной обоснованности записей, правильности инвентаризации, оценки и т. п. и б) из подробного разбора хозяйственной деятельности и состояния предприятий с оценкой их работы по всем вопросам годового отчета. Для этого требуется внимательное изучение соотношения отдельных статей баланса в связи с пояснениями, заключенными в приложениях. При этом анализе сопоставляются также балансы за предыдущие периоды для выяснения хода развития дела, а равно сравниваются балансы однородных хозяйств. Уметь читать и анализировать баланс является совершенно необходимым для всякого деятеля, соприкасающегося с промышленностью, а для хозяйственников, техников и экономистов — в первую очередь.

По установившейся за последние годы практике органы ВСНХ после утверждения балансов составляют сводные балансы по подведомственным им трестам, по отраслям и по всему району, а ВСНХ СССР составляет общие сводные балансы по всей подведомственной ему государственной промышленности. Эти сводные балансы содержат богатейший материал для изучения отдельных отраслей и всей нашей промышленности в целом. См. *Трест*.

*Лит.*, Маркс К., Капитал, т. 2, гл. VI, М., 1924; Вейцман Р. Я., Фабр.-заводское счетоводство, М., 1926; Рудановский А. П., Руков. начала (принципы) фабр. счетоведения, М., 1925; его же, Руков. начала (принципы) по счетоводству и отчетности в гос. обьединениях, М., 1924; Филимонов Н., Фабр. счетоводство, М., 1925; Инструкция по отчетности трестов, изд. НКРКИ, М., 1926; Кальмес А., Фабричная бухгалтерия, М., 1926; Законодательство по бухгалт. отчетности в гос. промышленности, под ред. А. Я. Ложина, М., 1926; Основные положения по учету материалов, полуфабрикатов и товаров, М., 1926; Типовая схема корреспонденции счетов, М., 1926; БСЭ, т. 8; Смит М. Н., Экономич. основа калькуляции, М., 1926; Методы калькулирования в промышленности (серия брошюр), М. — Л., 1926—27; Шер И., Бухгалтерия и баланс, М., 1926; Герстнер П., Анализ баланса, М., 1926; Кларисов Н. А., Анализ баланса, М., 1927; Лейкотре, Основы балансоведения, М., 1926; Рудановский А. П., Анализ баланса, М., 1926; его же, Построение баланса, М., 1925; Усачев А. Я., Экономич. анализ баланса, М., 1927; Сводный оперативный баланс по тресту, М., 1927; Сборник «О годовом отчете и его анализе», М., 1926; К анализу балансов госхозорганов, М., 1926 (реком. Центр. бухгалтер. ВСНХ СССР); БСЭ, т. 4; Законодат. постановления: Правила о порядке составления балансов, утв. СТО 20/X 1927; Правила о публичн. отчетности, утвержд. СНК СССР 24/VIII 1926; Положение о подоходном налоге (пост. ЦИК и СНК СССР от 15/X и 24/IX 1926).

А. Ложин.

**БУХГАЛТЕРСКИЕ МАШИНЫ**, см. *Счетные машины*.

**БУЦЕНВЕРК**, выполненная минеральной массой пустота в земной коре, неправильной формы. Бученверк отличается от бучена отсутствием резкой границы между

минеральной массой, выполнившей пустоту, и окружающей породой.

**БУЧЕНИЕ** растительных волокнистых материалов состоит в варке их при обыкновенном или повышенном давлении в растворах щелочей (едкого натра, едкой извести, соды, мыла) в железных котлах или деревянных чанах (см. *Бучильные котлы*) для удаления жиров, восков, минеральных масел и т. п. примесей, с целью подготовки этих волокнистых материалов к белиению и к другим процессам облагораживания.

Химич. процессы при Б. хлопка. Хлопок содержит в качестве естеств. примесей жиры, воск и азотсодержащие вещества. По анализам Баумана, в хлопках (америк., ост-индск., египетск.) содержится восков и жиров 0,35—0,42%, азотсодержащ. веществ 0,53—0,68%, золы 0,12—0,25%, целлюлозы 90,8—91,35%, влаги 7,5—8,0%. Кроме того, в хлопковой пряже и ткани встречаются минеральные масла, а в ткани еще остатки шлихты. Хлопковая ткань, служащая подкладкой при печатании, содержит (после расшлихтовки, промывки) остатки печатных красок (протравы, масла, загустки, красители и др.). Все эти вещества (кроме красителей, которые удаляются главным образом при белиении) должны быть удалены при Б., так как их присутствие не дает возможности волокнам смачиваться при различных процессах облагораживания, в частности при белиении, и кроме того сообщает волокнам некрасивый вид.

При варке, особенно под давлением, с едким натром и известью происходит омыление жиров, отчасти восков (с образованием мыл), эмульгирование их и минеральных масел, растворение гидратов окисей Al, Cr, Sn, кремневой кислоты, значительной части красящих веществ, а при варке с содой и мылами происходит главн. образом эмульгирование жиров, минеральных масел, отчасти восков. В настоящее время считают (М. М. Чиликин), что роль щелочного бучения с едким натром заключается отчасти 1) в омылении жиров (глицеридов олеиновой, стеариновой и пальмитиновой к-т), восков (эфиров церотиновой, карнаубиловой и меллисиновой к-т), 2) в образовании щелочных солей к-т, получившихся при распаде азотсодержащих веществ, 3) в образовании щелочных солей, получившихся при распаде пентозанов, гексозанов, крахмалистых веществ, а главным образом 4) в эмульгировании и перенесении в коллоидный раствор а) углеводов:  $C_{30}H_{62}$  и близких к нему, б) спиртов: госсипилового, церилового, карнаубилового, в) восков. При этом хорошими эмульсаторами являются Na-соли пальмитиновой, олеиновой, стеариновой к-т, образующихся при варке при повышенном давлении вследствие омыления жиров хлопка, и соли органических кислот (дипепсиды аминокислот), получающиеся при распаде азотсодержащих веществ хлопка. Поэтому, по мнению М. М. Чиликина, прибавление посторонних эмульсаторов (контакта, перпенгтола и др.) в этих случаях излишне; при варке при низких давлениях прибавление их является желательным. Относительно действия на жиры при Б. едкого натра, едкой извести, соды



имеются работы Шейрера; на основании этих работ установлено, что едкий натр омыляет жиры вдвое быстрее, чем сода, при чем прибавление канифольного мыла к едкому натру ускоряет омыление, а к соде — нет. Скорость омыления увеличивается от повышения  $t^\circ$ . Прибавление соды к едкому натру несколько ускоряет омыление, вероятно, вследствие того, что сода действует на жиры слабо эмульгирующим образом. Едкая известь омыляет жиры несколько быстрее, чем едкий натр.

На практике Б. хлопка производят с едким натром, содой, смесью их или с едкой известью. Последняя, омыляя жиры, образует кальциевые мыла, которые нерастворимы в воде. Чтобы перевести их в растворимое состояние, хлопок после известковой варки кислотуют серной или соляной к-той; кальциевые мыла при этом переводятся в соответствующие им жирные к-ты; после этого хлопок варят с едким натром или содой, часто в присутствии канифольного мыла, для образования из жирных кислот растворимых в воде натриевых мыл. Бучение с едким натром имеет то преимущество перед Б. с известью, что оно производится быстрее и не сообщает товару жесткости, но зато бель, получаемая при последующем белинии хлопка, является после известкового Б. более стойкой; для бельевого товара до сих пор широко применяют известковое Б., так как хлопковые ткани, выпускаемые для белия, должны иметь хорошую и устойчивую (при лежке) бель. По Галлеру, такую бель имеет ткань, отваренная с известью и содой с последующей спиртовкой (имеет 87,7% белого цвета по сравнению с белым цветом  $\text{BaSO}_4$ , принимаемым за 100%); близка к ней, в смысле белизны, ткань после бучения с отработанным едким натром (имеет 90,4% белого цвета). Фрейбергер считает, что устойчивость бели зависит не от содержания жиров и восков в хлопке, а от оксицеллюлозы: если удается избежать ее образования, то бель будет устойчивой. Оксицеллюлоза легко образуется при варке с едким натром или отработанным щелоком, если из бучильн. котлов не удалить воздух. Во избежание образования оксицеллюлозы необходимо перед бучением весь воздух удалить из бучильных котлов. Это достигается продувкой бучильных котлов паром.

Б. хлопка производят с различными концентрациями едкого натра, извести, соды, при различных продолжительности и давлениях в зависимости от целого ряда обстоятельств, о к-рых сказано ниже. Проф. В. Г. Шапошниковыми были сделаны попытки (пока только лабораторным путем) выяснить оптимальное количество едкого натра, давление,  $t^\circ$  и продолжительность, необходимые при Б. хлопка. Оказалось, что наиболее рациональным является бучение с 3% едкого натра (по весу хлопка) при давлении в 2 atm в течение 6 часов.

Хорошо отваренный хлопок, по данным Швальбе, должен содержать: азота 0,05—0,1%, свободных жирных к-т 0,1—0,15%, мыл — следы, золы 0,05—0,25%. У плохо отваренного хлопка содержание азота может достигать 0,25—0,35%, свободных жир-

ных кислот 0,35—0,7%, мыл 0,25—0,5%, золы 1%. Потеря в весе после Б. 4—8,5% при варке без доступа воздуха, а в присутствии воздуха — до 12%.

Химич. процессы при Б. льна. Лен, по анализам Л. Герцога, содержит 85,4% целлюлозы, 7,2% пектиновых, дубильных и красящих веществ, 4,4% протеинов, 1,6—2,1% восков и, следовательно, в нем значительно больше примесей, чем в хлопке. Эти примеси отличаются не только в количественном, но и в качественном отношении: здесь имеются, кроме жиров и восков, еще пектиновые вещества. По данным Эрлиха и Шуберта, пектиновые вещества льна при гидролизе дают гидропектин, состоящий из полисахарида—гексапентозана (галактан-фруктозан-ксилан-диарабан) и кальциево-магниевои соли пектиновой к-ты (диацетил-арабино-ксило-галакто-диметокситетрагалактуроновою к-та). Кроме того в льняной пряже и ткани м. б. минеральные масла, а в ткани—еще остатки шлихты. Химические процессы при Б. льна в общем такие же, как и при Б. хлопка, и заключаются в эмульгировании жиров, восков и минеральных масел, омылении жиров и растворении пектиновых веществ. Однако удаление этих веществ, особенно пектиновых, значительно труднее и сопряжено с разрушением льняного волокна, особенно при неправильной работе. Для удаления их бучение производят в несколько приемов, применяя постепенно уменьшающиеся концентрации щелочей и чередуя Б. со спиртовками и кислотками. Б. производят с едким натром, содой, смесью их, известью при небольших давлениях (до 1 atm); часто Б. ведут при обычн. давлении. При Б. льняной ткани происходят те же процессы, что и при Б. льняной пряжи, но так как льняная ткань содержит остатки шлихты, то перед бучением ее предварительно расшлихтовывают, а затем уже отваривают.

Б. хлопка. 1) Непряденый хлопок подвергается Б.: а) при изготовлении гигроскопической ваты, б) при изготовлении нитратной целлюлозы (для изготовления пироксилина и нитратного искусственного шелка требуется отваренный, а иногда и беленый хлопок) и в) при белинии хлопка перед прядением. Однако прядение беленого отваренного хлопка вследствие удаления жиров и восков представляет известные трудности, и поэтому, если в прядильн. отделении работают с беленым хлопком, то его отбеливают по так называем. «холодному способу», т. е. хлопок без предварительного Б. сразу белят раствором хлорноватистокислого натрия или кальция. Перед Б. хлопок, если он был в спрессованных кипах, предварительно разрыхляют на взрывчатых волчках, а затем уже загружают в бучильные котлы, куда задают раствор едкого натра, соды, либо смесь их, а также эмульсаторы, в роде контакта Т, перпен-тола, ализаринового масла. Над хлопком д.б. слой раствора щелочи высотой 20—30 см во избежание доступа воздуха, а для того, чтобы хлопок не всплывал, его придавливают перфорированной решеткой. Обычно берут 1—2% NaOH, или 3—5%

кальцинированной соды (по весу хлопка), или смесь их и варят в течение 2—6 ч. при обыкновенном или повышенном давлении в вертикальных инжекторных, секционных котлах или же в отбельно-варочных аппаратах (напр. Циттауского машиностр. завода). Перед Б. котлы продувают паром для удаления воздуха. По окончании бучения котлы охлаждают, хлопок промывают водой и подвергают дальнейшей обработке.

2) Б. пряжи. Хлопковая пряжа может подвергаться Б.: а) в мотках (вязальная, вышивальная, швейная), б) в крестовых шпулях, початках и в) на навоях для основ.

а) Мотки пряжи соединяют друг с другом в виде цепи-жгута и в таком виде равномерно укладывают в бучильные котлы. Б. производят с раствором едкого натра, содержащим 10—12 г в 1 л (2°Вé), в течение 4 часов при давлении  $\frac{2}{3} atm$  (манометрич.). Отношение веса раствора щелока ко всей хлопковой пряже обыкновенно составляет 4 : 1 или 3 : 1. Едкого натра берут 3—4% (по весу хлопка), при чем его раствора берут столько, чтобы раствор покрывал пряжу выше ее уровня на 20—30 см; для предупреждения всплывания ее покрывают перфорирован. решеткой. Перед варкой котел продувают паром для удаления воздуха. После окончания варки щелок спускают, а пряжу промывают водой (в течение 30—45 м.). В некоторых случаях вместо этого одноварочного способа применяют двухварочный, так как он дает возможность получать более равномерно проваренную пряжу. При двухварочном способе бучение производят два раза, но с менее концентрированными растворами щелока; например, для 1-й варки берут раствор едкого натра  $\frac{3}{4}^\circ V\acute{e}$  (2,5% по весу хлопка) и варят 5 час. под давлением  $\frac{1}{2} atm$ . Затем следуют промывка, спиртовка, кислотка, а после этого пряжу опять отваривают и вновь повторяют последующие операции. Для бучения пряжи в мотках применяют вертикальные инжекторные, секционные котлы.

б) Б. в виде крестовых шпуль и початков производят преимущественно по т. н. упаковочной системе, напр. в варочно-отбельном аппарате (Циттауского машиностр. завода, тип SS), в к-ром все операции беления (Б., промывка, спиртовка, кислотка) производят без переукладывания материала. С этой целью крестовые шпули в количестве, например, 500 кг загружают в котел и во избежание деформации укладывают внутри деревянные бруски. Свободное пространство, образующееся между крестовыми шпулями, заполняют хлопковой пряжей, так как в противном случае при циркуляции щелок будет устремляться в эти свободные пространства и отварка будет неровой. Бучение производят с раствором едкого натра (10—12 г в 1 л) при обыкновенном давлении в течение 6 ч. После Б. шпули промывают в этом же котле, а затем спиртуют, промывают, кислотуют и снова промывают. Бучение крестовых шпуль производят также в вертикальных инжекторных, секционных котлах под давлением (1—2 atm).

в) Пряжа для основы, находящаяся на навоях, обыкновенно подвергается лишь так

называемому «холодному белению», т. е. обработке раствором хлорноватонатриевой или кальциевой соли при обыкновенной темп-ре. Все же иногда производят Б. пряжи на навоях, и тогда барабан с основой загружают в открытый деревянный чаш или закрытый железный аппарат для отбелики навоев (например тип RV Циттауского завода или аппарат Тиса), где производят отварку с раствором соды, едкого натра или их смеси (10—12 г в 1 л). После Б. пряжу промывают и подвергают дальнейш. операциям беления.

3) Б. хлопка в виде ткани. Большая часть хлопка отбеливается в виде тканей, поэтому Б. их имеет большое значение. Ткани подвергают бучению или в жгутах или в расправку. Последний способ имеет то преимущество перед первым, что при нем достигается равномерное воздействие щелока на примеси хлопка, а следовательно и более тщательное их удаление. Однако в конструктивном отношении способ бучения врасправку представляет много трудностей, которые до настоящего времени не устранены, поэтому наибольшим распространением пользуется Б. тканей в виде жгутов.

а) Хлопковые ткани перед бучением в виде жгутов подвергают следующим операциям: 1) браковке (бракуются куски с большим количеством ткацких браков в роде близн, подшлетин, недосеков, масляных пятен), 2) клеймению асфальтовым лаком, 3) опаливанию (с помощью раскаленных плит, цилиндров, пламени газовых горелок), 4) расшлихтовке, т. е. удалению шлихты, состоящей гл. образ. из крахмала (кислотой, едким натром, диастафором, биолозой и т. п.). Хлопковые ткани, служащие в качестве подкладки (чехлов) при печатании тканей, после опаливания поступают предварительно в печатное отделение, а после загрязнения возвращаются в отбельное отделение, где подвергаются кислотке, промывке, обработке раствором едкого натра для удаления протрав и других загрязнений, попавших при печатании. За этими операциями следует Б. ткани с едким натром или с известью. Нек-рые сорта товара мерсеризуют суровьем, обыкновенно после Б., до спиртовки или до расшлихтовки. Различают Б. с известью и с едким натром. В первом случае расшлихтованная и промытая хлопковая ткань жгутом пропитывается в барке типа клапо раствором известкового молока и направляется для Б. в бучильные котлы, где равномерно укладывается рабочими (укладка м. б. механизирована, например с помощью «хоботового устройства»). При Б. обыкновенно берут ок. 5% извести (по весу ткани). Продолжительность варки 3—12 ч. в зависимости от давления, к-рое варьирует в пределах от  $\frac{1}{2}$  до 5 atm. После известкового Б. товар промывают холодной водой и подвергают кислотке (раствором соляной или серной кислоты, крепостью  $\frac{3}{4}$ —2° Вé). Кисловка производится на таких же машинах, как и пропитывание известковым молоком, т. е. на клапо, но только стенки их выложены свинцовыми листами. После кислотки ткань подвергают варке с содой, напр. берут 5—6% кальц. соды,  $\frac{1}{2}$ —2% канифольного мыла и варят 4—12 ч. при

давлении 1—3 *atm*. Затем следует промывка. Бучение с едким натром производят также после предварительной расшлихтовки, промывки. Ткань жгутом пропускают через раствор едкого натра около 2° Bé (10—12 г в 1 л, при чем едкий натр можно задать непосредственно в бучильный котел) и загружают в бучильные котлы. Применяемые при Б. концентрации едкого натра варьируют в пределах от 1 до 5° Bé при продолжительности варки от 1 до 12 час., при давлении от 1 до 5 *atm* (чаще 2—3 *atm*) в зависимости от сорта хлопковой ткани, хода беления (одноварочный, двухварочный способ), конструкции бучильных котлов и других обстоятельств. Для бучения в настоящее время большим распространением пользуются вертикальные котлы (Маттер-Платта, прохоровский, Тиса-Герцига, Вейса, см. *Бучильные котлы*).

б) Стремление воздействовать более равномерно растворами щелочей на ткань заставило обратиться к способам Б. тканей в расправку. В большинстве случаев Б. жгутом не дает плохих результатов; однако некоторые толстые ворсованные ткани, изготовленные из более ровных номеров крученой пряжи (сатинеты, буксины, бумажные сукна и др.) при Б. и других обработках жгутом могут дать заломы, засечки, замины и т. п. Во избежание этого ткань подвергают действию щелочных растворов в расправку. Для этой цели применяют бучильные котлы Джексона и Энта, Хренникова, Мюнтада и Ровира и друг. Вследствие сложности их конструкции широкого распространения они (а следовательно, и способ бучения в расправку) не получили.

Б. трикотажа, гардин, тюля. В виду того, что эти волокнистые материалы не шлихтуются, здесь перед Б. требуется не расшлихтовка, а только замочка, к-рую производят в самих бучильных котлах (чулочные изделия), в т. н. ступах (тюль) и клапо. Замоченный товар закладывают в котел (чулки — дюжинами, тюль — свертками, трикотаж, гардины — жгутом) и подвергают Б. с едким натром, содой или их смесью; напр. берут 1½% соды и 3% едкого натра и олеинового мыла и варят 8 часов при давлении в 1 *atm* (раб.). Для Б. применяют вертикальные инжекторные или секционные котлы (быв. Гебауер) и горизонтальные (Маттер-Платта). В некоторых случаях, когда не желают товар переключать при белении, Б. производят в так наз. варочно-отбельных котлах (например Циттауского машиностроительного завода), в которых производят Б., спиртовку и кислотку.

Б. льняной пряжи. Операция, называемая обыкновенно на льняных фабриках варкой [бучением на этих ф-ках называют обработку содой при сравнительно невысокой *t*° (30—80°) с целью нейтрализации кислоты после кислотки], составляет часть операции отбели, и поэтому ее чередуют с промывками, спиртовками, кислотками и др. Варку при обыкновенном или повышенном давлении (до 1 *atm*) с растворами соды, частично каустифицированной соды, едкого натра, известны производят несколько раз в зависимости от того, какой степени бе-

лизны желают получить пряжу. Различают «вареную», ¼, ½, ⅝, ¾, ⅞-белую пряжу. Для получения «вареной» пряжи ее отваривают 1—2 и более раз в растворе едкого натра, соды или каустифицированной соды (напр. для 1-й варки берут 7%, а для 2-й — 5% соды по весу пряжи). Для получения ¼-белой пряжи ее подвергают, наприм., следующим варкам: 1-й варке — с 7—10% соды в течение 3 часов при ⅓ *atm*, 2-й варке — с 5% соды, 5 часов при ⅓ *atm*, 3-й варке — с 2½% соды, 2½ часа при обыкновенном давлении, 4-й варке — с 2% соды, 2½ ч. при обыкновенном давлении и т. н. бучению с 2% соды, 3½ ч. при 50°. Между этими варками следуют спиртовки, кислотки и промывки. В случае варки с известью 1-ю варку производят, напр., с 5% СаО в течение 5 ч. при ¼ *atm*; затем следуют кислотка, промывка и 2-я варка с 4% соды, 5 ч. при ¼ *atm*; после спиртовки и кислотки — 3-я варка с 1% соды, 1½ ч. при обыкновенном давлении, и опять спиртовка, кислотка и два бучения при 40—50° с 1½% соды, 2—2½ ч. Во избежание переключивания пряжи во время беления предлагают все эти операции производить в одном варочно-отбельном аппарате. В нем производят отварку, промывку, спиртовку, кислотку, и при этом удается получить ⅝-белую пряжу. Б. пряжи производят в вертикальных инжекторных, секционных котлах, а также в варочно-отбельных аппаратах (Циттау, Грушвиц).

Б. льняной ткани составляет часть операции беления и совершается несколько раз, в зависимости от того, какой степени белизны желают получить ткань и из какой пряжи («вареной», ¼, ½, ¾-белой) она изготовлена. Варку производят с известью (известковая варка), содой, частично каустифицированной содой, едким натром. Применяемые способы Б. (отбели) разнообразны. При Б. с известью льняную ткань, изготовленную из «вареной» пряжи, опаливают, расшлихтовывают и отваривают с 8% известии в течение 5—6 час. при ½ *atm*, промывают, кислотуют соляной к-той для переведения кальциевых мыл в жирные к-ты; затем следуют 2—3 варки, по 6 ч. каждая, при ½ *atm* с 3—5% соды и ½—1% едкого натра; далее спиртуют, промывают, кислотуют, стирают с мылом, варят 2—3 часа с 1—2% соды и ½% мыла при обыкновенном давлении, промывают, белят в бельнике, опять спиртуют, промывают, кислотуют, стирают, затем отваривают в менее концентрированном растворе соды и опять белят в бельнике. Эти операции еще раз повторяют, если товар окажется недостаточно отбеленным. Кроме описанной известковой варки применяют также варку исключительно с едким натром и содой, и в этом случае льняную ткань предварительно опаливают, расшлихтовывают и подвергают следующим варкам (для полной отбели льняной ткани, изготовленной из «вареной» пряжи): 1-й варке — с 5% едкого натра в течение 5 ч. при давлении ⅓ *atm*; 2-й варке — с 4% соды и 1½% едкого натра, 5 часов при ⅓ *atm*; 3-й варке — с 5% соды и ½% едкого натра, 5 ч. при ⅓ *atm*; 4-й варке — с 2% соды, 4 ч. при ⅓ *atm*; 5-й варке — с 2%

соды при  $1/2 \text{ atm}$  (между 1 и 2, 3 и 4, 4 и 5 варками следуют спиртовки и кислотки). Варку льняной ткани производят в вертикальных инжекторных, секционных котлах или в горизонтальных Маттер-Платта.

Лит.: Оглоблин В. Н., Веление хл.-бум. товаров, Москва, 1909; Шапошников В. Г. и Эзерский С. А., К вопросу о рационализации методов отбельного произв., «Известия текст. пром. и торг.», М., 1926, 8, стр. 16; Чиликин М. М., Химия отварки хл.-бумажной ткани, «Известия текст. пром. и торг.», М., 1927, 15/18, стр. 83; Викторов П. П. и Соколов А. И., К вопросу о рациональном процессе бучения хл.-бумажных тканей, «Известия текст. пром. и торг.», М., 1925, 19/20, стр. 33; Kind W., Das Bleichen der Pflanzenfasern, 2 Auflage, Wittenberg, 1922; Heermann P., Technologie d. Textilveredelung, В., 1921; Knecht E., Rowson Ch., Loewenthal R., Handb. d. Färberei d. Spinnfasern, von engl., В. 1, В., 1921; Theis F. C., Die Breitbleiche baumwoll. Gewebe, В., 1902; Hall A. J., Cotton-Cellulose, its Chemistry and Technology, L., 1924; Erlich F. u. Schubert F., Über d. Chemie d. Inkrusten d. Flaches, «Biochemische Ztschr.», В., 1926, В. 169, р. 13. Д. Грибоедов.

Бучение (кожи), старый термин, под которым разумелся ряд различных по своему значению операций в кожевнном производстве (см.). В настоящее время это название применяется лишь на заводах.

**БУЧИЛЬНИК**, см. *Прачечная*.

**БУЧИЛЬНЫЕ КОТЛЫ**, варочные котлы, в текстильном деле, аппараты для бучения (отварки) растительных волокнистых материалов в различных стадиях механической обработки с целью подготовки их к белиению. Первоначально бучение производилось в котлах при обыкновенном давлении без планомерной циркуляции щелочи, и вследствие этого волокнистые материалы отваривались медленно и несовершенно. Когда бучение начали рассматривать как обезжиривание — первую стадию белиения, — то для ускорения и усиления обезжиривания щелочами стали прибегать к Б. к. высокого давления с циркуляцией (при давлении выше  $1 \text{ atm}$  и темп-ре выше  $100^\circ$ ). С Барлоу и Дж. Пендлбери предложили сдвоенные Б. к. высокого давления, где циркуляция щелока из одного котла в другой и обратно происходит под давлением пара, который одновременно служит и для нагрева раствора. Котлы Барлоу и Пендлбери с инжектором Кертинга получили распространение, кроме Англии, в Германии, Франции, России. Эти котлы давали возможность производить бучение при повышенном давлении ( $3-5 \text{ atm}$ ), но циркуляция все же была недостаточна. Существенное нововведение для усиления циркуляции сделала фирма Шейрер-Ротт, применив кроме инжектора насос. Особенно пригодным оказался центробеж. насос, с помощью которого достигается равномерная циркуляция щелока. Б. к. с центробежным насосом работают экономичнее и, по данным фирмы, дают при 8-часовой варке такой же результат, как котлы без насоса в 36 ч. Применение насоса позволило уменьшить количество циркулирующей щелочи и расход пара. Недостатком инжектора оказалось то, что в открытых чанах им нельзя пользоваться при  $t_{\text{кип.}}$ , а лишь при  $70^\circ$ ; в закрытых котлах давление д. б. во всяком случае на  $1 \text{ atm}$  ниже давления пара, которым производят инжектирование; затем, при пользовании инжектором происходит разбавление щелочи, а менее

концентрированная щелочь медленнее действует омыляющим и эмульгирующим образом на жиры, воски и другие примеси хлопка.

Следующим этапом в усовершенствовании конструкций Б. к. было введение подогревателей для циркулирующей щелочи. До этого обогрев производили острым паром и глухим (с помощью змеевиков). Наиболее рациональная конструкция трубчатого подогревателя была предложена фирмой Шейрер-Ротт. Это — закрытый железный цилиндр со стенками толщ. 8 мм, дл. 3,25—3,7 м, диам. 0,7—0,8 м; внутри находятся 30—40 вертикальных трубок диам. 54—60 мм, выс. 3,13—3,56 м, с пов. нагр. ок.  $30 \text{ м}^2$ . По трубкам циркулирует раствор едкого натра (у Шейрер-Ротта — при помощи насоса Мажино, с производительностью  $1,2-1,8 \text{ м}^3$  в 1 м., при 900—1000 об/ск.), а снаружи, в т. н. паровой камере, циркулирует пар, нагревающий щелочь; т. о. пар здесь не приходит в соприкосновение со щелочью и не разбавляет ее. Эта конструкция подогревателя в общем сохранилась и у современных Б. к. (В подогревателях Циттауского маш. з-да вместо вертикальных цилиндров трубок устанавливают U-образные трубки, внутри которых циркулирует пар, а вне — раствор щелочи; это делается для того, чтобы образующаяся при бучении накипь оседала на наруж. поверхности трубок, что облегчает их чистку.) Работа с подогревателями дает экономию топлива: вместо 14 кг угля на каждые 100 м ткани расходуется при подогревателе лишь 9—10 кг. Первоначально в подогревателях видели лишь приспособление, уменьшающее расход пара, но затем выяснилось, что при применении подогревателей щелочь не разбавляется и процесс бучения ускоряется.

Для ускорения загрузки и разгрузки Б. к. фирма Маттер-Платт сконструировала горизонтальные Б. к., в которых отварка производится в вагонетках. После бучения вагонетки выкатывают, а на их место вкатывают новые, загрузка которых производится заблаговременно. Фирма Гаубольд в Хемнице предложила для той же цели вертикальные котлы, состоящие из трех разъемных неравных частей. Средняя часть, склепанная из железных листов, предназначается для загрузки и бучения товара; она подвижна и исполняет роль вагонетки предыдущей системы. Нижняя часть неподвижна, верхняя — служит крышкой. После варки средняя часть выкатывается для разгрузки, а на ее место ставят запасную, загруженную товаром. Чтобы приблизить операции Б. к. к непрерывно действующим, фирма б. Гебауер (ныне ВУМАГ) предложила систему четырех небольших котлов, по 400—500 кг вместимостью каждый: вследствие сравнительно небольшой загрузки происходит быстрая отварка, при чем одновременно варка ведется в двух котлах, а в третьем и четвертом происходит разгрузка и загрузка. В Б. к. системы Тиса-Герцига-Матезиуса конструкторы стремились к тому, чтобы увеличить производительность, улучшить циркуляцию, уменьшить расход пара и щелочи путем использования тепла отработанного щелока и конденсата пара,

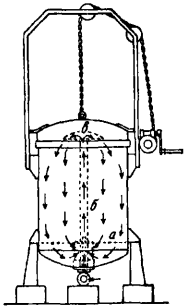
механизировать загрузку котла (с помощью хоботового устройства), тщательно удалить воздух из ткани во избежание образования оксигеллозы.

В дальнейшем фирмой быв. Гебауер были предложены т. н. секционные котлы, имеющие разделенную на секции перфорированную внутреннюю стенку, концентричную наружной стенке Б. к. Благодаря этому между стенками котла и перфорированной стенкой собирается раствор щелочи, откуда он засасывается во внутреннюю циркуляционную трубу по радиусам, просасываясь через товар. Такое же улучшение циркуляции имеет в виду и прохоровская система бучильных котлов.

Все сказанное относится преимущественно к Б. к., применяемым для волокнистых материалов в т. н. упакованном виде: для ткани в жгутах, пряжи в мотках и непряденых волокон. Однако имеется целый ряд тканей, к-рые при такой обработке дают замины, засечки и другие браки, отражающиеся на качестве товара. Для них были предложены Б. к. врасправку (Джексона, Хренникова). Работа врасправку привела к постройке непрерывно действующих Б. к. (Грета-Бенца), однако до сих пор удовлетворительных непрерывно действующих Б. к. для тканей врасправку не имеется.

В настоящее время для бучения применяются следующие системы:

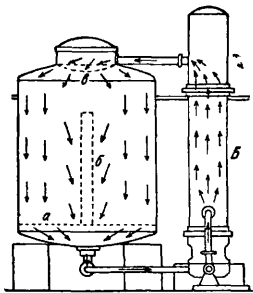
а) 1) Б. к. для тканей жгутом, пряжи в мотках, непряденых растительных волокнистых материалов в упакованном виде. 1) Вертикальные Б. к. высокого давления (Циттауского маш. завода, Гаубольда, Порница в Хемнице, ВУМАГ в Герлице, Маттер-Платта в Манчестере и др.) строятся разных размеров, диам. 1,3—2,1 м, выс. 1,8—3 м (т. е. высота больше диаметра), емкостью до 12,5 м<sup>3</sup>, с толщ. стенок до 15 мм, с загрузкой товара до 3 500—4 000 кг (плотность загрузки 200—250 кг в 1 м<sup>3</sup>). Наиболее употребительны котлы емкостью 600—1 500 кг, при чем для ткани применяют большие размеры, а для пряжи малые. Давление в них м. б. доведено до 3—5 atm; циркуляция осуществляется инжекторами, насосами, а нагрев — непосредственным впуском острого пара, глухим паром при посредстве змеевиков и подогревателей обыкновенного и удлиненного типа. В зависимости от этих различий приняты след. конструкции вертикальных Б. к. а) Б. к. с инжектором (для пряжи) (фиг. 1). Наиболее распространены котлы для 600—1 200 кг пряжи; Б. к. для 1 000—1 200 кг имеют диам. ок. 2 м, высоту 2,4 м, полезную емкость 5 м<sup>3</sup>. На дне котла находится перфорированная решетка а (ложное дно), по



Фиг. 1.

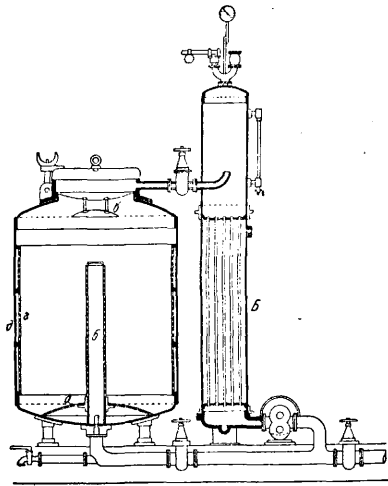
средине котла проходит центральная труба б, по к-рой циркулирует раствор щелочи. Острый пар, попадая в эту трубу снизу, увлекает раствор щелочи с собой; по выходе из трубы раствор ударяется о тарелку в,

привинченную к крышке, вследствие чего разбрызгивается и падает в виде дождя на поверхность пряжи, просасывается через нее, собирается внизу котла между ложным дном и днищем и опять увлекается паром, проходя через щели в нижней части трубы. Работа в этом инжекторном котле производится следующим образом. В котел загружают пряжу в количестве 1 000—1 200 кг, наливают раствор едкого натра (обыкновенно в количестве 3 : 1 по весу пряжи) и покрывают пряжу перфорированной решеткой, для того чтобы она не всплывала; закрывают крышку, пускают острый пар, при чем происходит нагревание котла и продувка его при открытом воздушном кране. По удалении воздуха воздушный кран закрывают, затем доводят давление в котле до требуемого; с этого момента начинается варка, которая сопровождается циркуляцией щелочи. По окончании бучения спускают давление, спускают отработанный раствор едкого натра, промывают пряжу водой и разгружают котел. В описанном Б. к. циркуляция производится с помощью инжектора по трубе, находящейся внутри котла. В инжекторных Б. к. Маттер-Платта имеется одна циркуляционная труба вне котла, а в системе Аллена — четыре циркуляционных трубы вне котла. Инжекторные Б. к. применялись раньше и для бучения ткани. б) Б. к. с центробежным насосом. В этих вертикальных котлах циркуляция щелочи происходит с помощью центробежного насоса, при чем циркуляционные трубы м. б. наружные (напр. Б. к.



Фиг. 2.

высокого давления, типа «КА» Циттауского машиностр. з-да) или внутренние (напр. Б. к. высокого давления з-да Гаубольда). Нагревание здесь производят с помощью острого

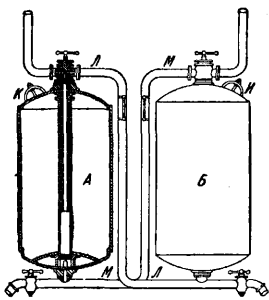


Фиг. 3.

высокого давления, типа «КА» Циттауского машиностр. з-да) или внутренние (напр. Б. к. высокого давления з-да Гаубольда). Нагревание здесь производят с помощью острого

пара и глухого (змеевики расположены на дне котла). в) Б. к. с подогревателем (обыкновенным и удлиненным). Эти котлы применяются для бучения пряжи и тканей весом до 3 500 кг. Особенностью их является (фиг. 2) трубчатый подогреватель Б, с помощью к-рого происходит нагревание раствора щелочи. В остальном эти котлы не отличаются от Б. к. с центробежным насосом: внутри котла имеется перфорированная решетка а и центральная циркуляционная перфорированная труба б. Циркуляция щелочи производится в Б. к. сверху вниз след. образ.: раствор щелочи из нижней части котла нагнетается насосом через трубы подогревателя (у подогревателей Циттауск. з-да внутри трубок проходит пар, а вне их щелок) и оттуда подается в верхнюю часть котла; отсюда, с помощью тарелки в, привинченной к крышке, он разбрызгивается и падает в виде дождя на поверхность ткани, просачивается через нее частью в циркуляционную трубу, а частью непосредственно к низу котла, где собирается и опять засасывается насосом. Подогреватели бывают нормальные и удлиненные; у последних уровень раствора щелочи выше, чем в Б. к., что дает возможность весь Б. к. заполнить раствором щелочи и, следовательно, полностью вытеснить воздух из товара; г. о. устраняется ослабляющее действие воздуха на товар. После загрузки ткани наполняют котел раствором щелочи, продувают его паром; после отварки и охлаждения ткани ее промывают и разгружают котел. Расход пара 1—1,5 кг на 1 кг ткани; на насос расходуется от 2,5 до 4 IP (в зависимости от размеров котла). г) Секционные Б. к. ВУМАГ (фиг. 3) с удлиненным подогревателем Б отличаются от предыдущих лишь тем, что имеют внутреннюю перфорированную стенку з concentрично наружной стенке д; образуемый при этом зазор разделен на секции, в которых собирается раствор едкого натра.

2) Б. к. Барлоу представляют собой двойные железные цилиндрич. вертикальные котлы (фиг. 4) А и Б, диаметром 2 м, высотой 3 м, вмещающие по 1 600 кг ткани каждый. Они соединены друг с другом трубами М и Л. Внутри каждого котла находится центральная перфорированная труба, соединяющаяся посредством трехходовых

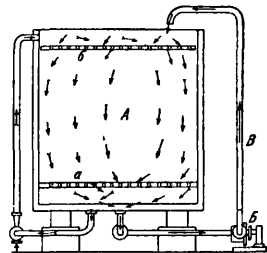


Фиг. 4.

кранов с паровой трубой и трубами М и Л. В верхнем днище устроены лазы К и И для загрузки ткани, с герметическ. крышками, а внизу котла имеется дырчатое ложн. дно. Работа в этих котлах производится след. образом. Котлы загружаются хлопковой тканью в виде жгута в течение  $1\frac{1}{2}$ —2 ч. (в количестве 3 200 кг); укладку производят под-  
ростки, которые залезают внутрь котла и укладывают ткань ровными петлями. Ткань

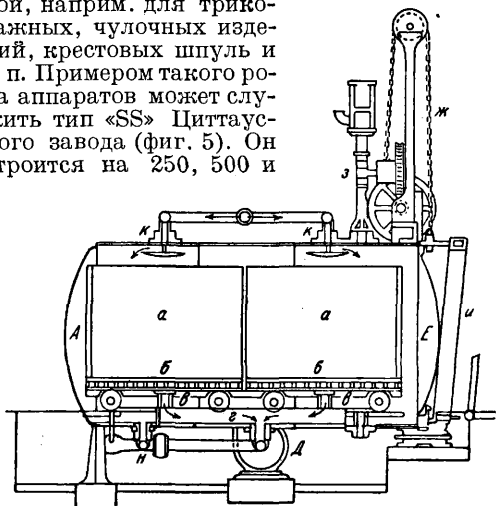
предварительно замачивают в клапо в растворе щелочи (чаще всего употребляется известковое молоко). Затем в один из котлов добавляют раствор щелочи, закрывают крышки и приступают к продувке котлов паром для вытеснения из них воздуха; эта операция длится 3 часа при переключении вентилей через каждые  $\frac{1}{2}$  часа. После этого воздушные краны закрывают, и начинается варка, продолжающаяся 8—9 ч. при давлении в 2 atm. Перемена направления циркуляции щелочи из одного котла в другой происходит через каждые  $\frac{1}{2}$  ч. По окончании бучения открывают воздушный кран, спускают давление, щелочь выливают, в котел впускают воду для промывки товара и затем разгружают. Недостатками этих Б. к. являются: а) продолжительность загрузки и разгрузки, б) необходимость внимательного наблюдения за своевременным переключением вентилей, в) разбавление щелочи во время бучения и г) несовершенство циркуляции. Такие котлы сохранились лишь на немногих фабриках.

3) Варочно-отбельные аппараты применяются одновременно для бучения и белияния. Преимущество этих аппаратов в том, что они в известные периоды являются непрерывно действующими, так как все операции отбеливания — бучения, спиртовка, кислотка с промежуточными промывками — совершаются в них без перекладки материи; это имеет большое значение для тех волокон. материалов, для которых такая перекладка является вредной или кропотливой, наприм. для трикотажных, чулочных изделий, крестовых шпульт и т. п. Примером такого рода аппаратов может служить тип «SS» Циттауского завода (фиг. 5). Он строится на 250, 500 и



Фиг. 5.

1 000 кг товара; чаще всего на 500 кг. Аппарат этот представляет собой деревянный чан А, прямоугольного сечения, размерами  $1,5 \times 1,5 \times 1,5$  м, с толщиной стенок в 50 мм.

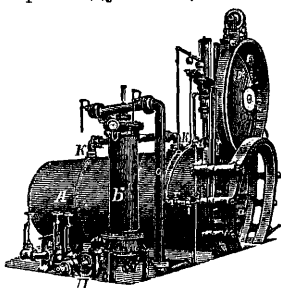


Фиг. 6а.

На дне чана имеется перфорированная решетка *а* (ложное дно), на которую укладывают волокнистый материал. Раствор едкого натра циркулирует в чане сверху вниз с помощью центробежного насоса *В* из фосфористой бронзы по свинцовым трубам *В*. Раствор снизу подается насосом вверх, где разбрызгивается и распределяется с помощью верхней перфорированной решетки *б* по всей поверхности товара; затем он просачивается вниз и опять поступает в насос. Для нагрева щелочи до кипения применяют острый пар, а для поддержания этой температуры во время процесса—глухой (с помощью змеевика, уложенного на дне котла). Во время варки котел закрывают крышкой, через которую проходит отводная труба, соединяющая котел с внешним воздухом. Расход пара на 1 кг товара при одной варке составляет около 1,5—2 кг; на насос расходуется 1,5—2 Ю.

Недостатком этого аппарата является невозможность получения хорошей бели вследствие варки при обычном давлении.

4) Б. к. Маттер-Платта, Г. П. 35 699 (фиг. 6а и 6б),—горизонтальный железный цилиндр *А*, у которого на дне проложена пара рельсов; по ним вкатывают две железные вагонетки *а*, содержащие ткань для бучения. Эти котлы строят емкостью на 1 250, 2 500 и 3 300 кг ткани. Для 2 500 кг хлопковой ткани котел имеет диам. 2,15 м, дл. 4,1 м; толщина стенок 12 мм. Каждая вагонетка вмещает 1 000—1 250 кг ткани. Размеры ее: 1,85 × 1,9 × 1,4 м; объем—5 м<sup>3</sup>; плотность загрузки ткани—250 кг в 1 м<sup>3</sup>; боковые стенки концентричны стенкам котла. На дне каждой вагонетки имеется решетка *б*, а под ней отверстие *в*, расположенное над отверстиями трубы *г*, проложенной по дну Б. к. и соединенной в свою очередь трубой с центробежным насосом *Д*: Котел закрывается массивной крышкой *Е*, которую можно поднимать и опускать с помощью цепи *ж*, соединенной одним концом с крышкой, а другим концом с валиком *з* червячной передачи. Крышка, направляемая при опускании гладкими рейками, скользит между передней частью котла и неподвижной станиной *и*, образующей вторую направляющую поверхность под небольшим углом к первой, и заклинивается между ними, герметически закрывая котел. Для поднятия крышки приводят в движение с помощью трансмиссии червячную передачу; тогда цепь наматывается на валик зубчатой шестерни, приобретающей вращение от червяка. Для нагревания циркулирующего раствора едкого натра служит трубчатый подогреватель *В*, высотой 2,4 м и диам. 0,5 м. Когда центробежный насос *Д* начинает работать, то он засасывает раствор едкого натра снизу котла и накачивает его через трубки подогревателя в верх-

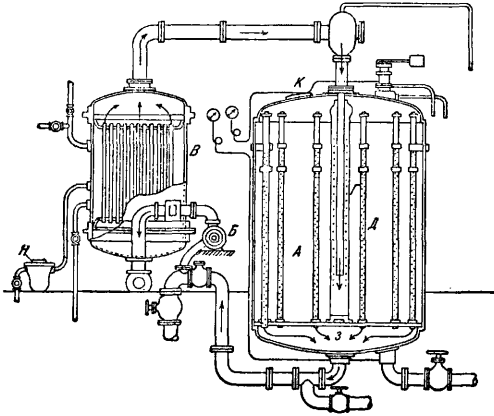


Фиг. 66.

нюю часть котла, откуда щелок через два отверстия *к,к* попадает на тарелки, находящиеся под этими отверстиями, разбрызгивается ими в виде дождя, затем просасывается через ткань, проходит через трубки *в* в трубу *г*, находящуюся на дне котла, и опять идет к насосу. Это—т. н. верховая циркуляция (низ котла, насос, подогреватель, верх котла, тележки, низ котла), но бывает и низовая циркуляция, которая совершается следующ. обр.: раствор едкого натра подается насосом по нижней трубе через подогреватель и трубу *о* в трубу *г*, проходит через ткань, переливается через края вагонеток, собирается на дне Б. к., откуда через отверстие *у* задней стенки котла *н* опять забирается насосом (по схеме: насос, подогреватель, низ котла, тележки, низ котла, насос). Котел снабжен предохранительным клапаном, водомерным стеклом и манометром. Для уменьшения расхода тепла через лучеиспускание и теплопроводность стенки котла, подогревателя, трубопроводов покрыты изоляцией. Котел рассчитан на бучение при 3 atm, обыкновенно же варку производят при 1—2 atm. Хлопковая ткань укладывается в вагонетки вручную или с помощью хоботового устройства (продолжительность загрузки 1½ ч.), при чем иногда ткань предварительно замачивают в клало в растворе едкого натра (10—12 г в 1 л). После укладки ткань покрывают холстом и кладут сверху куски рельсов, к-рые давят на ткань и не дают ей спутаться во время бучения. Затем вагонетки с помощью ворота, приводимого в движение от трансмиссии, вкатывают в Б. к. и закрывают последней крышкой. В котел снизу (при низовой циркуляции) задают раствор едкого натра в таком количестве, чтобы всего раствора в котле оказалось около 6 000 л (с концентрацией NaOH 10—12 г на 1 л). При заполнении котла открывают воздушный кран для удаления воздуха. Затем воздушный кран закрывают и продолжают нагревание щелока с помощью подогревателя, поднимая давление в котле до 2 atm (до 130°); при таком давлении варка длится 7—8 часов, при чем производят отчасти верховую, а отчасти низовую циркуляцию. По окончании варки выпуск пара в подогреватель прекращают, но циркуляцию щелока насосом продолжают; когда же щелок несколько охладится и давление в котле упадет, прекращают работу насоса, спускают отработанный щелок и дают котлу окончательно охладиться. Иногда ткань промывают в котле сначала горячей водой, а затем холодной (полчаса), и после промывки вагонетки с тканью выкатывают. Расход пара на бучение 1 кг ткани—1—1,3 кг; на насос расходуется 4Ю. Достоинства Б. к. этой системы—быстрая нагрузка и разгрузка: здесь нагрузка ткани производится вне котла, и поэтому перерыв в бучении м. б. ограничен лишь тем временем, которое требуется на передвижение вагонеток. Недостатками же этого котла являются: а) неисправная циркуляция раствора едкого натра, который иногда больше стекает по наружным стенкам вагонетки, чем проникает в ткань; б) неравномерная циркуляция, обусловленная тем, что во-

время бучения ткань несколько садится и щелок циркулирует преимущественно в щелях, образовавшихся между тканью и стенками вагонетки, вследствие чего происходит неравномерная варка. Несмотря на все эти недостатки, бучильные котлы Маттер-Платта имеют довольно большое распространение и применяются для бучения и хлопковой и льняной ткани.

5) Б. к. прохоровской системы, сконструирован С. Прохоровым и О. Миллером, состоит из вертикального цилиндрического котла, трубчатого подогревателя и центробежного насоса. Наиболее распространены котлы для 4 500—5 000 кг ткани, вместимостью 20 м<sup>3</sup>, с плотностью загрузки в 225—250 кг в 1 м<sup>3</sup>. Варочный котел (фиг. 7) представляет железный котел А, имеющий



Фиг. 7.

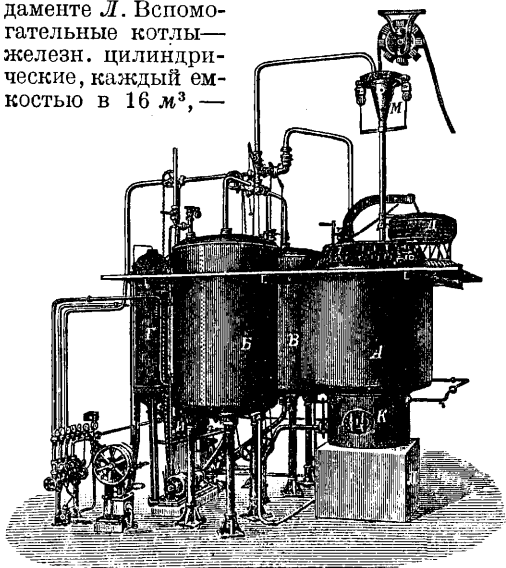
сверху и снизу днища; диаметр котла 2,6 м, высота 4 м, толщина стенок 12 мм; внизу котла имеется дырчатое ложное дно, а в центре находится железная перфорированная труба Г диаметром 0,23 м; снизу она закрыта и прикреплена к ложному дну, а сверху проходит через верхнее днище и соединяется трубой с подогревателем. Для усиления радиальной циркуляции по периферии, у стенок котла, расположены 12 железных перфорированных трубок Д, диаметром 760 мм; трубки сверху закрыты, а внизу открыты, упираются в ложное дно и соединяются с камерой З, т. е. с пространством между нижним днищем и ложным дном котла. В верхнем днище устроены два лаза К, через которые загружается ткань. Подогреватель В имеет диаметр 975 мм, высоту (цилиндрической части) 1,98 м и заключает в себе 121 трубку с общей поверхностью нагрева 30 м<sup>2</sup>. По трубам подогревателя циркулирует раствор едкого натра, а в паровой камере подогревателя пар-конденсат проходит через конденсационный горшок Н. Центробежный насос В обладает производительностью в 125—145 м<sup>3</sup> в 1 час при расходе 10 НР. Особенность этого Б. к. заключается в более интенсивной радиальной циркуляции раствора едкого натра: последний засасывается насосом из камеры З и нагнетается через трубы подогревателя в верхнюю часть котла, в центральную трубу Г; в виду того, что последняя снизу закрыта, раствор едкого

натра проходит через отверстия, расположенные по всей длине трубы. Равномерному распределению щелока по этой трубе способствует также внутренняя труба, входящая почти до дна первой. После этого щелок проходит гл. обр. в радиальном направлении через всю толщу ткани, стекает в перфорированные трубки и, так как они внизу открыты, собирается в камере З, откуда опять засасывается насосом. Ход бучения в Б. к. прохоровской системы заключается в следующем. Хлопковую ткань, замоченную в класно (водой или раствором едкого натра), закладывают в котел в два жгута через оба лаза, на что требуется 3—3½ ч. в зависимости от сорта ткани. После загрузки в котел задают раствор NaOH (10 г в 1 л), к-рый забирается насосом из бака и подается через трубки подогревателя в котел. После наполнения котла (для чего требуется 16 000 л) производят продувку паром при открытом воздушном кране для удаления воздуха из котла. Продолжительность этой операции 35—40 минут. Затем воздушный кран закрывают и начинают варку, продолжающуюся 7—8 часов при 2—3 atm (132—143°). Во время варки происходит исключительно низовая циркуляция раствора едкого натра. Расхолаживание котла после варки продолжается 1 ч. Для этого в камеру подогревателя вместо пара пускают холодную воду, вследствие чего раствор едкого натра, имеющий t° 132—143°, охлаждается до 50°, а холодная вода нагревается с 5 до 50°; эту воду, в количестве 15 500 л, собирают в бак и ею промывают ткань в котле, заставляя воду циркулировать обычным путем в течение 1—1½ часов, после чего ее спускают в канаву. После этого следуют еще две промывки холодной водой, по 1½ ч. каждая. После промывки ткань выгружают из котла в течение 3½ часов. Вся работа в этом котле продолжается 20 ч., из к-рых на варку идет 7—8 ч. Преимуществами Б. к. прохоровской системы: а) легкая радиальная циркуляция, вследствие чего подкладка хорошо отваривается уже с одной варки; б) небольшой расход пара; в) простота конструкции; г) меньшее пространство, занимаемое ею по сравнению с горизонтальными котлами. К недостаткам системы относятся: а) отсутствие обратной циркуляции, б) продолжительность загрузки и разгрузки. Расход пара на 1 кг ткани 0,85—1 кг; расход NaOH—4,4% (по весу ткани); на насос расходуется 6—10 НР.

6) Б. к. Тиса-Гердига-Матезиуса (фиг. 8) строятся вместимостью до 15 000 кг товара, при чем чаще всего употребляются котлы для 5 000—7 500 кг. Система этих Б. к. состоит: из собственно варочного котла А, двух вспомогательных — левого В и правого В, трубчатого подогревателя Г, сборника И для конденсационной воды из подогревателя, центробежного насоса, четырехходового крана, соединяющего варочный котел со вспомогательными котлами, хоботового устройства для укладки товара М, электромотора и воздушного насоса. Для котла, который вмещает 5 000 кг хлопковой ткани, главные части имеют следующее устройство и размеры. Варочный котел



представляет железный цилиндр, склепанный из двух листов, толщ. 12 мм; он имеет несколько коническую форму, при чем диаметр верхней части котла—2 900 мм, выс.—2 700 мм. Внизу котел имеет ложное дно из круглого диска и 20 отдельных секторов. К нижнему днцу приделана цилиндрическая приставка К. Полезная емкость котла 17,5 м<sup>3</sup>, плотность загрузки 286 кг ткани в 1 м<sup>3</sup>. После загрузки на ткань кладут железный баллон Д, весом 600 кг, имеющий назначение разбрызгивать раствор едкого натра равномерно по всей поверхности ткани и не давать товару спутываться во время варки. После установки баллона в горловине крышку котла закрывают, привинчивая ее 25 откидными болтами. Весь варочный котел установлен на кирпичном фундаменте Л. Вспомогательные котлы—железн. цилиндрические, каждый емкостью в 16 м<sup>3</sup>,—



Фиг. 8.

установлены отдельно на трех чугунных колоннах, при чем правый котел служит для сбора вторых промывных вод после второй варки и конденсата при обеих варках, а левый—для сбора первых промывных вод после второй варки и для заготовки раствора едкого натра для второй варки. Трубчатый подогреватель Г состоит из 91 трубки, с общей поверхностью нагрева 70 м<sup>2</sup>. Сборник И конденсационной воды (из подогревателя)—железный цилиндрический сосуд, диам. 700 мм, емкость 330 л. Центробежный насос для циркуляции раствора едкого натра имеет производительность 500 л в мин. при 245 об/м. Хоботовый аппарат для укладки товара в вароч. котел состоит из медной воронки, диам. 600 мм, и труб, телескопически входящих одна в другую и подвешенных на шарнире Кардана. Ткань в два жгута, проходя через баранчик, попадает в воронку, затем в трубу этого аппарата и подается в котел, где и укладывается. Мотор постоянного тока, мощностью 15 Н. Для уменьшения потери тепла вароч. котел, вспомогат. котлы и подогреватель покрыты асбестово-пробков. изоляцией. Вся установка занимает площадь около 10 × 6 м.

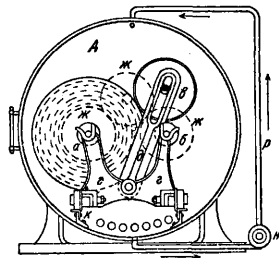
При загрузке котла пускают в ход воздушный насос, выкачивающий воздух из цилиндра К, и получаемое разрежение (до 40—50 см) способствует упрессовке ткани. После заполнения котла тканью прекращают подачу щелока из правого котла; щелок же, находящийся в варочном котле, отсасывают насосом и направляют в правый котел. Когда котел совершенно заполнен тканью, ее покрывают грубым холстом, поверх кладут разбрызгивающий баллон Д и закрывают крышку. Ткань во время этой операции нагревается с 20 до 50° за счет тепла раствора едкого натра, который охлаждается с 90 до 50°. Раствор едкого натра, применявшийся для укладки и нагрева ткани, больше не нужен, и его спускают в канаву. Из левого вспомогательного котла В, содержащего 16 000 л раствора едкого натра, с концентрацией 7—8 г на 1 л и t° 90° (первые промывные воды второй варки), перекачивают 10 000 л этого раствора в варочный котел и приступают к первой стадии 1-й варки. Продолжительность подготовительных операций (загрузка котла тканью и наполнение его щелочью) 5 ч., а первой стадии 1-й варки—4 ч. Варка происходит при 2—2½ atm давления при 135° в растворе NaOH (7—8 г в 1 л) при низовой циркуляции щелока. Т. к. из левого котла выкачали 10 000 л щелока, то в нем образуется вакуум, усиливающий циркуляцию раствора NaOH. При этой операции необходимо следить за тем, чтобы давление в левом котле было меньше, чем в верхней части варочного котла, для чего в случае надобности это давление спускают, открывая в левом котле клапан; обыкновенно разница в давлении поддерживается в 0,3—0,5 atm. Образующийся в паровой камере подогревателя конденсат с t° 125° собирается в сборнике И, откуда перекачивается (давлением пара в 3—4 atm) в правый котел. Вторая стадия 1-й варки характеризуется верхней циркуляцией едкого натра, к-рая продолжается 1 час при t° 135° и давлении в 2—2½ atm. Раствор NaOH, находящийся в варочном котле после 1-й варки в количестве около 9 000 л (1,5 г в 1 л), спускают в канаву, но так как он обладает большим запасом тепла (ок. 133°), то предварительно им обогревают щелок, заготовленный в левом котле для 2-й варки. С этой целью отработанный щелок из варочного котла под давлением пара медленно направляют в камеру подогревателя, а свежий щелок (раствор NaOH в количестве 5 000 л) из левого котла заставляют циркулировать по трубам подогревателя, при чем он нагревается до 120—125°. После спуска отработанного раствора NaOH с темп-рой 70° следует промывка тканей в варочном котле горячей водой t° 120°, для чего идет конденсат, собранный во время 1-й варки в правом котле. Промывку производят, незначительно понижая t° и давление в варочном котле. Эта операция продолжается 1 ч. После того раствор свежего NaOH, подогретый до 125—128°, подают насосом из левого котла в варочный котел. После перекачки 5 000 л этого раствора начинается 2-я варка, продолжающаяся 4 часа при темп-ре 135° и давлении в 2—2½ atm

в растворе NaOH, содержащем 12 г в 1 л, при верхней циркуляции. В камеру подогревателя пускают пар для обогрева циркулирующего щелока. Получаемый при этом конденсат с  $t^{\circ}$  125° стекает в сборник, а оттуда нагнетается в правый котел. Этот конденсат служит для промывки ткани после второй варки.

После 2-й варки процесс бучения закончен. Отработанный раствор NaOH перекачивают в левый котел и приступают к промывке, пользуясь конденсатом, собранным в правом котле. Однако горячей воды для промывки не хватает, поэтому дополнительно промывают холодной водой. Т. о. в левом котле собирается 16 000 л промывных вод (после 2-й варки), содержащих 7—8 г NaOH в 1 л, с  $t^{\circ}$  90—95°. Эти промывные воды, как уже было указано, служат для 1-й варки той хлопковой ткани, к-рая будет вновь загружена. После заполнения левого котла продолжается промывка ткани холодной водой, которая собирается в правом котле; когда в нем соберется 7 500 л промывных вод с  $t^{\circ}$  90—95° и содержанием NaOH от 3 до 4 г в 1 л (этот раствор служит для закладки ткани через хобот), то дальнейшее собирание промывных вод прекращают и их спускают в канаву; при этом теряется до 15 кг NaOH (0,5—1,2 г в 1 л). Промывка ткани продолжается около 2 ч.; когда  $t^{\circ}$  в нижней части варочного котла опустится до 30—40°, спускают избыток давления, открывают крышку, снимают разбрызгивающий баллон и приступают к последней операции—разгрузке варочного котла. Ткань в виде двух жгутов перекидывают через баранчик и выгружают из варочного котла. Эта выгрузка продолжается 3—3½ ч. Т. о. общая продолжительность работы 20—21 ч., из к-рых на бучение идет 9 ч. Расход пара на 1 кг ткани 0,63—1 кг; расход NaOH 3,7% (по весу ткани); на насос расходуется 13—14 лр. К достоинствам Б. к. Тиса-Герцига-Матезиуса относятся: а) хорошая и тщательная отварка хлопковой ткани (почти до чистой целлюлозы), б) экономия пара и едкого натра, в) механизация подачи ткани с помощью хобота, г) тщательное удаление воздуха из котла и ткани, а следовательно, предупреждение образования оксидцеллюлоз; недостатки—громоздкость, продолжительность загрузки и разгрузки и большая стоимость Б. к.

II. Б. к. для тканей врасправку. 1) Б. к. периодического действия. а) Наиболее простой способ бучения тканей врасправку заключается в том, что ткань, обработанную раствором едкого натра на плюсовке или джиггере, пропускают через обыкновенную запарку или же накатывают на ролики, вкладывают в таком виде на раму на колесах и вдвигают в горизонтальный котел, где без доступа воздуха (после продувки паром) запаривают под давлением; от времени до времени ролики с помощью боковых шестерен вращают, чтобы избежать подтеков на ней. В виду того, что накатанная на ролики ткань представляет для прохождения раствора едкого натра большое сопротивление, Гебауер и Тис предлагают помещать в котел ткань, накатанную на

многогранный баранчик в несколько рядов, толщиной в 10—15 см каждый. В углах баранчика, попеременно через один, вкладывают продольные бруски, затем накатывают ткань несколькими слоями, опять вкладывают бруски и т. д. Такой способ накатки дает раствору едк. натра возможность проходить легче и давать при отваре лучшие результаты. б) Б. к. Хренникова состоит из вертикального железного цилиндра, закрываемого крышкой. В нем устанавливают вертикальный железный перфорированный цилиндр меньшего диаметра, на котором врасправку накатана хлопковая ткань. С помощью насоса раствор едкого натра нагнетается в центральную часть перфорированного цилиндра, проходит через его отверстия и через ткань и собирается в пространстве между стенками котла и роликом, откуда опять засасывается насосом. Бучение производят при обыкновенном или повышенном давлении в зависимости от того, закрыт котел крышкой или нет. Для обогрева котел снабжен паровой рубашкой, в которой циркулирует пар; для уменьшения потерь тепла котел покрыт слоем изоляции. Ткань, подлежащую бучению, предварительно пропускают два-три раза в джиггере через горячий раствор едкого натра и накатывают на перфорированный цилиндр в количестве 60—80 кг; затем подводят этот цилиндр с тканью к котлу, устанавливают в нем и наполняют раствором едкого натра. После бучения, продолжающегося 1—1½ ч., следует промывка и другие операции. в) Б. к. Джексона, Г. П. 127 002 (фиг. 9) — горизонтальный цилиндрический железный котел А, длин. 2,4 м, диам. 2 м, куда на рельсах К вкатывают тележку, имеющую две станины г, с железными роликами а и б длиной около 2,2 м; на один из роликов, например на а, накатывают в два полотно хлопковую



Фиг. 9.

ткань в количестве 480 кг. Во время бучения ткань перекачивается врасправку на другой ролик и обратно. Оси роликов проходят через днище котла, и на них, по другую сторону последнего, находится система зубчатых колес ж, передающих роликам движение от мотора; направление движения этих роликов меняется автоматич. приспособлением. Кроме этих двух роликов имеется металлич. перфорированный полый барабан в, к-рым ткань расправляется и придавливается; ось этого барабана находится в прорезах рычага д, что дает барабану возможность передвигаться. Во время перекачивания ткани на нее падает сверху в виде дождя раствор едкого натра и пропитывает ткань; избыток отжимается, стекает в низ котла, откуда забирается центробежным насосом н и подается по трубе р в верхнюю часть котла. Для нагрева едкого натра имеются змеевик с глухим паром и труба, подающая острый

пар. Ткань тщательно накачивается на ролик в два полотна рядом и вдвигается на тележке в котел, после чего закрывают котел крышкой на болтах, задают раствор едкого натра (10—12 г в 1 л) и пускают в ход насос. Одновременно нагревают шлоко острым паром при открытом воздушном кране и перекачивают ткань с ролика на ролик. По удалении воздуха из котла (продувкой) воздушный кран закрывают и давление в котле доводят до 2 atm. С этого времени пуск острого пара прекращают и нагревание производят глухим паром в течение 3 ч. За это время ткань прокатывают от 6 до 15 раз при скорости перекачки в 30—12 м. По окончании бучения открывают кран для спуска давления, расхолаживают котел, промывают ткань и выкатывают тележки. Расход пара на 1 кг товара доходит до 2 кг. Расход едкого натра—4% (по весу ткани). К недостаткам котла следует отнести: 1) возможность образования продольных засечек, которые хуже отвариваются и поэтому заметны после отбелки и крашения; 2) возможность образования обрывов, к-рые можно заметить лишь после бучения. г) Б. к. Э. Гм и н д е р а (Циттауский маш. завод) — горизонтальный железный цилиндрический котел, у которого по образующей цилиндра имеется продольн. отверстие. Через это отверстие в котел самокладом, правильными петлями, укладывают врасправку хлопковую ткань.

2) Б. к. непрерывного действия. а) Б. к. Г р е т е р а - Б е н ц а, фирмы Эдмостон, в Манчестере, Ан. П. 1889 г., — первый аппарат для непрерывного бучения. Он состоит из замкнутого прямоугольного железного ящика, который двумя поперечными железными стенками, не доходящими до дна, разделяется на три неравные отделения: два небольшие (крайние) и одно большое (среднее). При начале работы в среднее отделение пускают пар, вследствие чего большая часть раствора едкого натра вытесняется в крайние отделения и в них уровень едкого натра поднимается значительно выше уровня среднего отделения (в последнем он составляет  $\frac{1}{6}$  высоты); при этом образуются гидравлические затворы, не позволяющие воздуху проникать в среднюю часть. Ткань по направляющим роликам поступает в первое отделение, где замачивается в растворе едкого натра, а из него — во второе (среднее отделение), где движется сначала по роликам в вертикальном направлении, пропитываясь при этом кипящим раствором едкого натра, затем делает несколько петель в горизонтальном направлении уже в атмосфере пара, где и запаривается, и, наконец, выходит через третье отделение наружу. Таким образ. здесь ткань производится едким натром и запаривается. Производительность этого Б. к. 27,5 м в 1 мин.; продолжительность пребывания в нем ткани 2 м. В виду того, что действие едкого натра здесь непродолжительно, ткань после выхода из Б. к. подвергают дополнительной лежке в течение 5—6 часов для увеличения продолжительности действия едкого натра. б) Б. к. Э. В е л ь т е р а, Г. П. 120 447, напоминает известную непрерывно действующую

запарку того же конструктора. Здесь ткань в виде петель, длиной 3 м каждая, завешивается на железных палках и передвигается на цепи через аппарат, состоящий из трех отделений: первого, где происходит замачивание в растворе едкого натра, второго — запарного и третьего — промывного. Т. о. ткань попадает в раствор едкого натра, затем отжимается с помощью вальцов и попадает на  $\frac{1}{2}$  часа в пространство, наполненное паром с давлением, достигающим 0,1 atm, а затем промывается. в) Б. к. Р и г а м о н т и - Т а л ь я н и, Г. П. 116 605, дает возможность более продолжительного действия раствора едкого натра, т. к. здесь ткань, пропитанная раствором NaOH, укладывается петлями врасправку в компенсатор, где остается некоторое время в атмосфере пара повышен. давления. В средней ящик аппарата выпускается пар, под давлением которого раствор NaOH переливается частично в следующий, узкий и высокий ящик и занимает в нем более высокий уровень. Ткань проходит сюда по роликам, замачивается в горячем растворе NaOH и поступает в широкий ящик, где после отжима между вальцами укладывается помощью самоклада ровными петлями в U-образный компенсатор-транспортёр и медленно в нем передвигается, замачиваясь опять в кипящем растворе едкого натра, к-рый все время циркулирует с помощью насоса. Особое автоматическ. приспособление приостанавливает подачу ткани в компенсатор, как только он ею заполнен, и опять включает подачу после освобождения компенсатора. По выходе из последнего ткань через узкий ящик выходит из аппарата. Продолжительность пребывания ткани в Б. к. для товара под печать — 1 ч., а для других сортов — 2 ч. г) Б. к. М ю н т а д а и Р о в и р а, Г. П. 181 169, состоит из трех камер, соединяющихся между собой и разобщенных с атмосферой при помощи гидравлических затворов. Ткань, замоченная в кипящем растворе NaOH, укладывается самокладом в компенсатор и, постепенно передвигаясь к выходу, подвергается более продолжительному действию NaOH в атмосфере пара. Раствор едкого натра движется навстречу ткани. В следующей (запарной) камере ткань запаривается, при чем для увеличения продолжительности запаривания она и здесь укладывается в компенсаторы и постепенно передвигается к последней (промывной) камере. Здесь она промывается, после чего выходит из аппарата. Промывная вода движется навстречу ткани. Давление пара в этих трех камерах постепенно увеличивается, достигая максимума в 2 atm в запарной камере. Этот аппарат кроме недостатков, присущих закрытым аппаратам, имеет еще и тот недостаток, что здесь ткань приобретает большую выгяжку, и вследствие небольшого давления здесь нельзя бучить хлопковую ткань.

Лит.: О г л о б л и н В. Н., Беление хл.-бумажн. товаров, М., 1909; С т е п а н о в Н. А., Критический очерк варочных котлов, «Изв. Об-ва для содействия улучш. и развитию мануф. пром.», М., 1908, т. 12, 1 и 2; М и х и р е в В. А., Варочный котел сист. Тиса-Герцига, «Изв. техн. пром. и торг.», М., 1925, 11, стр. 22; В о д о г и н с к и й В., Тепловой баланс в варочном котле сист. Тиса-Герцига, там же, 1925,

12, стр. 23; В и к т о р о в П. П. и С о к о л о в А. И., К вопросу о рап. процессе бучения хл.-бум. тканей, там же, 1925, 19/20, стр. 33; М о н о ш е в Н. К., Некоторые данные установки варочного котла системы Тиса-Гернига, там же, 1925, 46/47, стр. 22; Г е р а с и м о в Я. А., Отбельные кубы «Прохоровской системы» и горизонтальные «Маттер-Платт», там же, 1926, 31/32, стр. 25; K i n d W., Das Bleichen d. Pflanzenfasern, 2 Aufl., Wittenberg, 1922; L o e w e n t h a l R., K l e i n e c h t E., R o w s o n C h., Handb. d. Färberei d. Spinnfasern, В., 1921; Н e e r m a n n P., Technologie der Textilveredelung, В., 1921; Т h e i s F. C., Die Strangbleiche baumwoll. Gewebe, В., 1905; Т h i e s F. H., Zur Entwicklung d. Kochmethoden u. Kochanlagen in Textilveredelungsbetrieben, «Chemiker-Ztg.», Cöthen, 1921, Jg. 45, 151, p. 949. Д. Грибоедов.

**БУШЕРО СХЕМА**, называемая также «конденсаторным трансформатором», служит для сохранения, при постоянной амплитуде напряжения сети, постоянной амплитуды силы тока в одной из ветвей схемы, независимо от нагрузки, или, наоборот, для сохранения, при постоянной амплитуде главного тока, постоянной амплитуды напряжения на одной из ветвей схемы. Если емкости  $C$  и индуктивности  $L$  схемы (фиг. 1 и 2) удовлетворяют соотношению

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}$$
, то сила тока  $I_0$  не зависит от величины омического сопротивления  $R$ . Если сохранять постоянной амплитуду главного тока  $I_0$ , то напряжение  $I_0 R$  остается постоянным, независимо от величины  $R$ . Емкость  $C$  и индуктивность  $L$  можно поменять местами в обеих схемах. Бушере схема могла бы быть полезной при последовательном включении в сеть потребителей тока, однако практическому применению этой схемы препятствуют большие размеры кажущейся мощности, на к-рую приходится рассчитывать конденсаторы  $C$  и дроссели  $L$ .

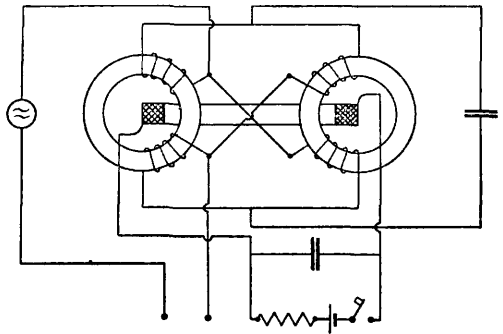
Лит.: К р у г К. А., Основы электротехники, стр. 176, М., 1926. Я. Шпильрайн.

**БЫКИ МОСТОВ**, см. Мосты.

**БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ РАДИОПЕРЕДАЧА И РАДИОПРИЕМ**, передача и прием сигналов в радиотелеграфе помощью автоматически действующих телеграфных аппаратов со скоростями, недоступными для слухового приема, т. е. выше 30 слов в минуту. Б. р. и р.— одно из важнейших достижений современной радиотехники—нашли применение в радиотелеграфе: 1) для повышения пропускной способности радиосвязи, что дает возможность понизить радиотелеграфные тарифы; 2) в целях более продуктивного использования для обмена тех непродолжительных периодов за сутки (у нас летом), когда сила атмосферных разрядов значительно падает; 3) как средство для рационализации эксплуатационной службы радиотелеграфа. Задача использовать телеграфные аппараты в радиотелеграфе получила практически удовлетворительное решение лишь после проникновения в радиотехнику электронных ламп. При современных возможностях радиотехники решение этой задачи наибольшие трудности встречает в части радиоприема, а потому возмож-

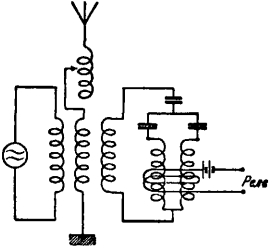
ности радиоприема и фиксируют общие достижения быстродействующих радиопередачи и радиоприема.

Быстродействующая радиопередача обычно производится телеграфными трансмиттерами Уитстона или Крида; последн. является усовершенствованием первого, а потому он постепенно заменяет собой в эксплуатации трансмиттер Уитстона. Контакты трансмиттера включаются или в местную цепь мощного реле, которое рвет



Фиг. 1.

генераторный контур, или цепь питания передатчика, или в цепь, воздействующую на сетку специальной лампы, управляющей излучением передатчика, без посредства реле и заменяющей это последнее. Первый способ требует применения специальных реле; однако эти реле (например реле Крида, разработанное для манипуляционной мощности 300 kW) в эксплуатации оказываются сложными, а потому мало рациональными. В последнее время нашли применение более совершенные и конструктивно более простые реле, меньшей мощности, управляющие излучением передатчика помощью специальных электрических устройств. В Германии фирма Телефункен для этих целей использует манипуляционный дроссель системы Осноса (фиг. 1), принцип действия которого заключается в том, что постоянный ток в цепи реле, подмагничивая сердечник дросселя, вызывает расстройку в цепи высокой частоты машины. Аналогичное устройство, называемое «магнитным модулятором», применяется в машин. передатчиках в Америке. В магнитном модуляторе (фиг. 2) расстройка получается в контуре, связанном с антенной и поглощающей энергию из последней при разомкнутом ключе. В ламповых передатчиках конструкция реле может быть еще проще, так как излучением передатчика можно управлять помощью реле, воздействующего на

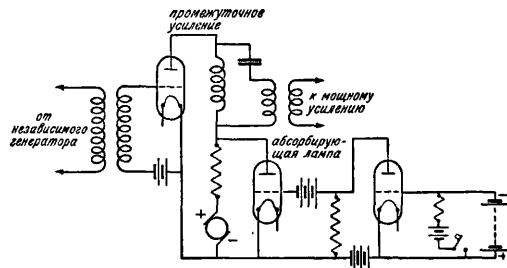


Фиг. 2.

цепь сетки, в которой мощности вообще невелики. Однако, в виду некоторых трудностей получения отчетливой работы, особенно при больших мощностях (свыше 20 kW) и больших скоростях, в некоторых

ламповых передатчиках (наприм. Маркони) используется метод манипуляции помощью расстройки в промежуточном контуре. В мощных ламповых передатчиках (например Регби, Англия, 500 kW), составленных по схеме независимого возбуждения с рядом каскадов мощного усиления, манипуляция производится одновременно в нескольких местах схемы (напр., в передатчике Регби—в трех местах: в независимом генераторе и в двух промежуточных каскадах усиления на расстройку). В быстродействующих коротковолновых передатчиках манипуляция осложняется тем, что она д. б. увязана с устойчивостью волны излучения при работе ключом. Обычно здесь она осуществляется или методами расстройки или помощью специальной поглощающей лампы, на которую переводится нагрузка промежуточного каскада усиления при паузах между сигналами. На фиг. 3 показано такое устройство в передатчиках K<sup>0</sup> Маркони.

Быстродействующий радиоприем для своего осуществления требует: 1) значительного усиления принятых сигналов и 2) трансформирования принятых сигналов с высокой или низкой частоты в свой первоначальный вид, какой они имели в цепи трансмиттера в месте радиопередачи. Для второй цели служат выпрямительные схемы, которые трансформируют ток низкой (или высокой) частоты сигнала путем выпрямления и сглаживания их в токи пульсирующие, в результате чего к ресиверу сигналы подводятся в таком же



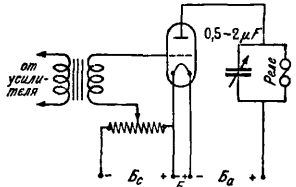
Фиг. 3.

виде, в каком они получаются с линии в проволочном телеграфе. Требуемая степень усиления сигналов зависит: 1) от силы принимаемых сигналов, 2) от скорости работы и 3) от чувствительности применяемой схемы выпрямителя.

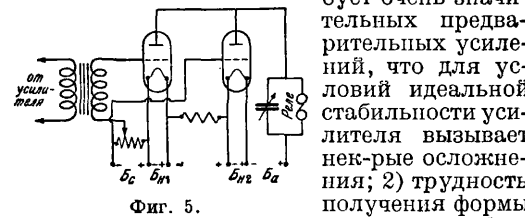
Усилительная установка для быстродействующего радиоприема должна: 1) иметь большую избирательность, но не в ущерб отчетливой работе, 2) быть безусловно устойчивой в работе. Усилительная часть установки обычно содержит в себе: 1) ряд настроенных каскадов высокой частоты (3—4), к-рым предшествует несколько избирательных контуров; 2) гетеродин для получения биений на низкой частоте; 3) фильтры низкой частоты; 4) один-два каскада усиления низкой частоты. Некоторое распространение нашли схемы многократного гетеродирования с усилением на промежуточ. частотах, особенно для приема коротких волн.

Чувствительность выпрямителя может быть определена крутизной его статической

характеристики. Задача выпрямления сигналов в быстродействующем радиоприеме решена несколькими путями. Простейшей выпрямительной схемой является схема (фиг. 4) с использованием нижнего перегиба анодн. характеристики лампы. Выбор лампы определяется чувствительностью реле. При реле, которые работают от тока силы 1—2 mA, применяются обычные приемные электронные лампы (например лампы микро). Для реле менее чувствительных применяются лампы с большей эмиссией или две в параллель, к-рые дают суммарный эффект. Недостатки этой схемы: 1) малая чувствительность тре-



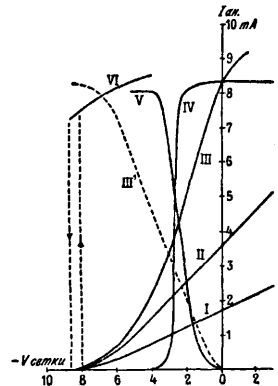
Фиг. 4.



Фиг. 5.

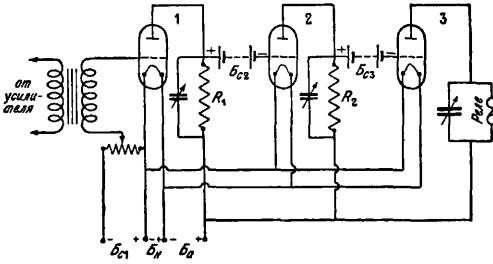
бует очень значительных предварительных усилений, что для условий идеальной стабильности усилителя вызывает некоторые осложнения; 2) трудность получения формы сигнала, требуемой для отчетливого радиоприема с очень большими скоростями. По этим причинам в технике радиоприема стали находить применение более сложные, но более совершенные схемы выпрямителей. На фиг. 5 показана схема с каскадным включением ламп, значительно более чувствительная, чем схема, показанная на фиг. 4. Это видно из фиг. 6, где кривая I изображает статическую характеристику выпрямителя по схеме фиг. 4, кривая II—то же для двух ламп в параллель и кривая III—для двух ламп по схеме фиг. 5. Все характеристики относятся к случаю применения ламп микро при анодном напряжении 80 V. На фиг. 7 приведена схема с 3 каскадами.

Эта схема, помимо своей чувствительности (кривая IV фиг. 6), замечательна также тем, что она является ограничительной для сигналов. Это видно из характера кривой IV фиг. 6. Ограничивающее действие обуславливает лампа 2 (фиг. 7); при действии сигнала возрастающий ток в анодной цепи лампы 1 через сопротивление R<sub>1</sub> задает на сетку лампы 2 отрицательное напряжение, вызывающее падение анодного тока лампы 2 к нулю. После того как ток в аноде лампы 2 достиг нуля, дальнейшее увеличение напряжения от сигнала не



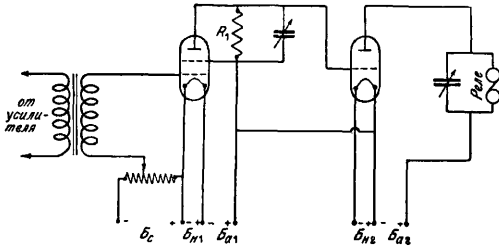
Фиг. 6.

дает никакого эффекта. Если чувствительность реле велика, то можно ограничиться использованием только первых двух



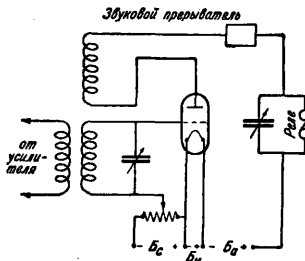
Фиг. 7.

лампы, включив реле вместо сопротивления  $R_2$ ; в этом случае реле должно работать на спадание тока. Аналогичная по действию схема с использованием в первом каскаде



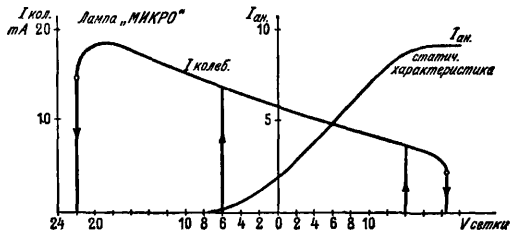
Фиг. 8.

двухсеточной лампы показана на фиг. 8. Характеристика этой схемы (кривая V на фиг. 6) значительно круче характеристики схемы фиг. 7 при применении в ней



Фиг. 9.

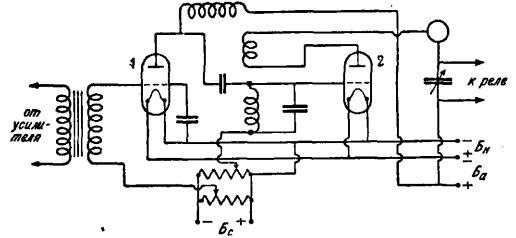
только 2 лампы (кривая III, пунктир). Схемы, работающие на спадание, для получения того же эффекта, к-рый дают схемы, работающие на возрастание тока, требуют повышения анодного напряжения (на фиг. 6 кривые V и III даны для анодного напряжения в 160 V). В схемах выпрямителей с генераторным режимом (фиг. 9) для воздействия на реле используются срывы и возникновения колебаний.



Фиг. 10.

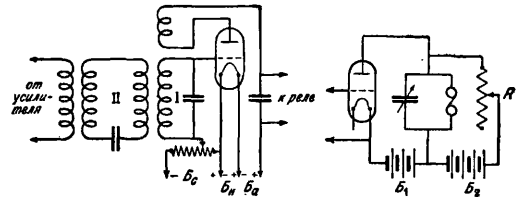
На фиг. 6 показана для сравнения характеристика такого устройства (кривая VI). Преимущества этих схем: 1) большая чувстви-

тельность, 2) ограничительное действие. Основной недостаток — осложнения, вызываемые мероприятиями для ликвидации колебательного гистерезиса. Размеры колебательного гистерезиса для приемных ламп показаны на кривых фиг. 10. Для борьбы с гистерезисом, кроме способа Тернера, который применяет в схеме фиг. 9 в анодной цепи звуковой прерыватель, имеются предложения Куксенко, показанные в схемах фиг. 11 и 12. В первой схеме гистерезис



Фиг. 11.

уменьшен до минимума тем, что срывы колебаний вызываются воздействием на колебательный контур анодного сопротивления, уменьшающегося при приеме сигнала. Во второй схеме контур I (при соответствующем расчете его) получает возможность возникновения генерации только при действии напряжения от сигнала на контур II, связанный и настроенный в резонанс с первым. 1-я схема работает на спадание, 2-я — на

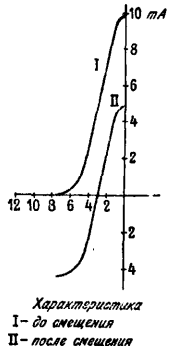


Фиг. 12.

Фиг. 13.

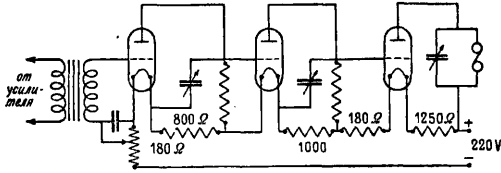
возрастание тока. Схемы генерирующих выпрямителей пока еще не получили распространения, в виду неоднородности электронных ламп, выпускаемых на рынок, но за ними большое будущее.

При применении неполяризованных реле двусторонний ток может быть получен от любой из приведенных схем, если в анодной цепи последней лампы применить соединения, показанные на схеме (фиг. 13). Здесь вспомогательная батарея  $B_2$  при отсутствии тока через анод-нить (пауза) посылает через реле ток обратного направления; помощью сопротивления  $R$  этот ток м. б. подобран равным току обратн. направл. при сигнале. На фиг. 14 показана характеристика такого устройства (до смещения — кривая I, после смещения — кривая II). Неполяризованное реле с 2 обмотками может работать от схемы фиг. 7, если одну обмотку включить последовательно с сопротивлением  $R_2$



Фиг. 14.

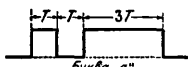
в анодную цепь 2-й лампы, а другую — в анодную цепь 3-й лампы. Равенство токов можно подобрать, изменяя или сопротивление  $R_2$  или напряжения батареи  $B_{сз}$ . При выносе выпрямительного устройства в центр (радиоузел), питание всех его цепей м. б.



Фиг. 15.

осуществлено от сети постоянного тока, питающей моторы и местные цепи аппаратов. На фиг. 15 для примера показана наиболее сложная схема выпрямителя (фиг. 7) с централизованным питанием от цепи постоянного тока в 220 V. Централизованное питание м. б. осуществлено и от цепи переменного тока с применением кенотрона.

Скорость Б. р. и р. Один из важнейших вопросов в Б. р. и р. — сохранение формы сигналов неискаженной при прохождении их через различные цепи аппаратов. В своем первоначальном виде сигналы имеют форму, показанную на фиг. 16



Фиг. 16.

для буквы «а». Кривая такого вида с прямоугольной огибающей м. б. разложена анализом Фурье, для случая передачи точек, на ряд составляющих гармонич. частот:

$$V = \frac{E}{2} + \frac{E}{\pi} \sin \omega t + \frac{E}{3\pi} \sin 3\omega t + \dots + \frac{E}{n\pi} \sin n\omega t + \dots$$

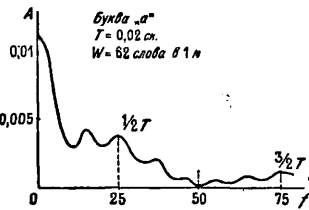
Здесь  $\omega = 2\pi F$ ;  $F$  — частота точек  $= \frac{1}{2T}$ , где  $T$  — продолжительность точки в ск.; пауза между сигналами также равна  $T$ . Для сигналов, состоящих из точек и тире, получается спектр составляющих частот. На фиг. 17 показан спектр для буквы «П» (при  $T=0,02$  ск. и  $w=62$  слова в 1 мин.). Зависимость между  $T$  и скоростью передачи  $w$ , выражаемой числом слов в мин. (считая за стандартное слово «Paris», состоящее из 5 букв, продолжительностью каждая в среднем  $8T$ ), определяется уравнением

$$w = \frac{1,25}{T}$$

откуда  $F = \frac{w}{2,5}$  пер./ск.

$w$	30	60	100	150	200
$T$	0,0417	0,02083	0,0125	0,00834	0,00625
$F$	12	24	40	60	80

Для хорошей различаемости точек и тире необходимо, чтобы для приема в неискаженном виде сохранилась частота, равная утроенной основной  $F = \frac{3}{2T}$ . В цепях



Фиг. 17.

реле передатчика искажения мало существенны и могут вызвать только некоторое опоздание начала и конца сигнала. Более существенны явления в цепях высокой частоты передатчика и приемника при манипуляции. Ток в контурах высокой частоты при действии сигналов с прямоугольной огибающей получает свое максимальное значение не сразу, а нарастает согласно уравнению

$$i = I(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \sin \omega_0 t$$

и спадает согласно уравнению

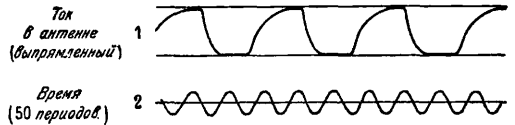
$$i = I \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \sin \omega_0 t,$$

где  $\omega_0 = 2\pi f$ ,  $\tau$  — постоянная времени в ск., равная  $\frac{2L}{R} = \frac{1}{\delta \cdot f}$ , где  $\delta$  — логарифмический декремент цепи,  $f$  — принимаемая частота,  $L$  и  $R$  — самоиндукция и сопротивление контура. Для отчетливого приема (и передачи)  $T = \frac{9,5}{\delta \cdot f}$ , или  $T \cdot \delta \cdot f = 9,5$ . Пограничное условие для возможности приема:  $T = \frac{2}{\delta \cdot f}$ , или  $T \cdot \delta \cdot f = 2$ . Таким образом скорость приема и передачи зависит от декремента и длины волны ( $\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f}$  м). Предельная скорость приема слов в минуту:

Декремент $\delta$	Длина волны $\lambda$ в м			
	20 000	5 000	1 000	100
0,01	94	380	1 880	20 830
0,001	9,4	38	188	2 083

Т. о. передачу и прием по радио можно вести с тем большей скоростью, чем короче волна и больше затухание контуров. В части передачи увеличивать затухание не рационально, т. к. это приводит к бесполезным потерям в контурах передатчика. На фиг. 18 показана осциллограмма манипуляции (одновременно в двух промежуточных контурах) радиостанции Регби на  $\lambda = 18 750$  м при  $w=40$  словам в м. Увеличение  $\delta$  при увеличении скорости приема приводит к понижению избирательности приема.

Избирательность. При современных условиях развития радиосвязи, а также в целях большей свободы от действия на



Фиг. 18.

прием атмосферных разрядов, избирательность приема д. б. по возможности наибольшей; увеличение избирательности уменьшает вероятность помех. Поэтому для реализации наилучших условий приема, эти два противоположные по смыслу требования должны получить компромиссное решение. Избирательность лучше всего определяется полосой пропускаемых частот  $\Omega$ . При работе ключом антенна передатчика излучает спектр частот  $\Omega = f \pm \frac{n}{2T}$ , где  $n = 1, 3, 5$  и т. д.

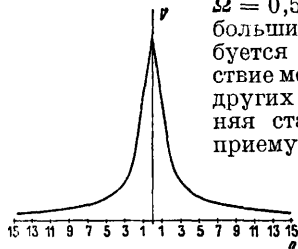
На фиг. 19 показаны величины напряжения при различных  $n$ . Для отчетливого приема необходимо, чтобы  $\Omega = f \pm \frac{3}{2T}$ , откуда  $\Omega = f \pm 1,2w$ , а следовательно, требуемая полоса частот  $\Omega = 2,4w$ . Полоса частот для пограничного случая приема, когда  $\delta \cdot f \cdot T = 2$ , определится следующим образом:

$$\delta = \frac{(f_1 - f_2)\pi}{f \sqrt{k^2 - 1}},$$

где  $f_1$  и  $f_2$  — предельные частоты, принимаемые контуром,  $k = \frac{I_r}{I}$ ,  $I_r$  — ток при резонансе,  $I_1$  — при  $f_1$ , следовательно

$$\Omega = \frac{2\sqrt{k^2 - 1}}{\pi \cdot T} = 0,51w \sqrt{k^2 - 1}.$$

Полагая, что при  $I = 0,7I_r$ , т. е. при  $k^2 = 2$ , все слагаемые частоты практически передаются контуром одинаково хорошо, имеем  $\Omega = 0,51w$ . При приеме с большими скоростями требуется безусловное отсутствие мешающего действия других станций. Посторонняя станция не мешает приему, если ток, создаваемый ею в приемном контуре, не более  $0,1 I_r$  корреспондирующей станции. Таким образом  $\Omega_1$ , занимаемая принимаемой станцией, для предельного случая равна  $5,1w$ , для случая отчетливого приема —  $24w$ . Для сужения  $\Omega_1$  используют несколько контуров, слабо связанных между собой. Резонансная кривая нескольких контуров уже, но вершина ее менее острена. Это происходит благодаря влиянию одной цепи на другую, которое максимально при резонансе всех контуров. Для 3—4 контуров имеющих каждый допустимо низкий  $\delta$ ,  $\Omega_1$  для предельного случая приблизительно =  $w_1$ , для отчетливого приема  $\Omega = 3w$ . Применение нескольких контуров высокой частоты все же не дает избирательности, допускающей прием без искажений, в виду трудности изготовления контуров с низким логарифмическим декрементом затухания  $\delta$ ; получить избирательность на высокой частоте (несколько контуров) полосой  $\Omega$  меньше 1000 циклов в ск., не прибегая к очень дорогим устройствам, обычно трудно. Получить требуемые избирательности на высокой частоте удается лишь при применении кварцевых кристаллов. Значительно проще избирательность достигается путем применения тональных фильтров, составленных по схемам в виде ячеек или в виде нескольких (2—3) настроенных усилительных каскадов и рассчитанных на пропускательность указанных выше полос частот.



Фиг. 19.

Прочие факторы, влияющие на быстродействующий радиоприем. В цепях выпрямителей постоянный ток также нарастает по закону

$$i = I(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

и спадает по закону

$$i = I \cdot e^{-\frac{t}{\tau}},$$

где  $\tau$  — постоянная времени цепи; в течение промежутка времени  $t = \tau$  сила тока возрастает на 63% от своего конечного значения. Для отчетливого приема необходимо, чтобы  $T = 3\tau$ . В анодных цепях выпрямителя с включенной обмоткой реле, имеющей самоиндукцию  $L$  и сопротивление  $R$ ,  $\tau = \frac{L}{R + R_i}$ ; ток нарастает быстрее, если обмотку реле зашунтировать конденсатором емкостью  $C$ . Для этого случая ток в анодной цепи выпрямителя

$$i_{ан.} = \frac{E_c g}{R + R_i} \left\{ 1 + e^{-\alpha t} \left[ A_1 e^{\beta t} + A_2 e^{-\beta t} \right] \right\},$$

где  $\alpha = \frac{R}{2L} + \frac{1}{2CR_i}$  и  $\beta = \sqrt{\left(\frac{R}{2L} - \frac{1}{2CR_i}\right)^2 - \frac{1}{LC}}$ .

$A_1$  и  $A_2$  для нарастания тока имеют значения:

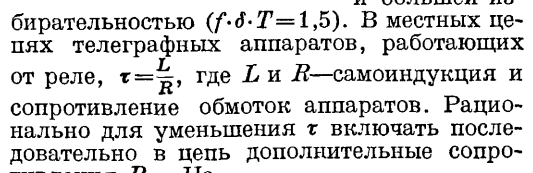
$$A_1 = \frac{R(\alpha - \beta) - L(\alpha - \beta)^2}{2\beta(r - 2L\alpha)}, \quad A_2 = \frac{-R(\alpha + \beta) - L(\alpha + \beta)^2}{2\beta(r - 2L\alpha)}.$$

Для спадания тока  $A_2$  меняет знак,  $A_1$  остается без изменений. Величина емкости конденсатора, шунтирующего реле для получения наибольшей скорости нарастания и спадания тока, определяется из ур-ния:

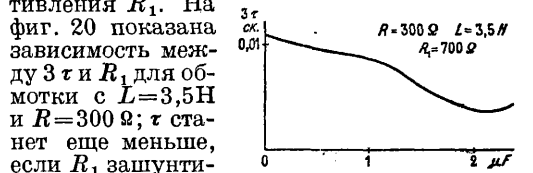
$$C = \frac{L}{R_i} \left[ \frac{1}{R_i} + \frac{2}{R} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{R}{R_i}} \right) \right].$$

Для уменьшения влияния атмосферных разрядов на реле выгодно, чтобы нарастание тока сигналов в выпрямителе было допустимо медленнее для данных скоростей. Для изменения скорости нарастания сигналов конденсаторы, включенные параллельно обмоткам электромагнитов реле, а также во всех цепях многокаскадного выпрямителя параллельно анодным сопротивлениям, рационально иметь переменными. В случае применения выпрямителей с ограничительным действием оказываются возможным работать с большими  $\tau$  и большей избирательностью ( $f \cdot \delta \cdot T = 1,5$ ). В местных цепях телеграфных аппаратов, работающих от реле,  $\tau = \frac{L}{R}$ , где  $L$  и  $R$  — самоиндукция и сопротивление обмоток аппаратов. Рационально для уменьшения  $\tau$  включать последовательно в цепь дополнительные сопротивления  $R_1$ . На фиг. 20 показана зависимость между  $3\tau$  и  $R_1$  для обмотки с  $L = 3,5$  Н и  $R = 300 \Omega$ ;  $\tau$  станет еще меньше, если  $R_1$  зашунтировать емкостью.

На фиг. 21 показана зависимость  $3\tau$  от  $C$  при  $R_1 = 700 \Omega$  для того же примера;  $\tau$  уменьшится также, если обмотки аппарата зашунтировать емкостью. Для тушения искры контакта реле



Фиг. 20.



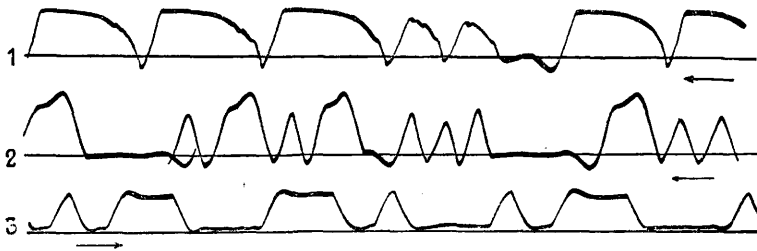
Фиг. 21.

На фиг. 21 показана зависимость  $3\tau$  от  $C$  при  $R_1 = 700 \Omega$  для того же примера;  $\tau$  уменьшится также, если обмотки аппарата зашунтировать емкостью. Для тушения искры контакта реле



рационально зашунтировать конденсатором с последовательно включенным сопротивлением  $R_2$ ; в этом случае, при замыкании реле, когда  $\frac{4L}{C(R+R_2)^2} \ll 1$ ,  $\tau = \frac{L}{R+R_2}$ . Так как в местных цепях реле сигналы могут получить большие искажения, чем в цепях выпрямителя, то весьма рационально; если электромагнитная система аппарата это допускает, работать без посредства реле, включая обмотки аппарата прямо в анодную цепь выпрямительной лампы. Т. к. для получения оптимального эффекта в выпрямительной цепи полное сопротивление обмоток  $Z$  д. б. равно  $\sim \frac{1}{5} R_2$  лампы, то работу без посредства реле можно получить от ресивера Уитстона при наличии выпрямленного тока от сигнала порядка 8—10 мА. Без реле может работать большинство ондуляторных аппаратов (см. *Ондуляторы*) при выпрямленном токе от 3—10 мА. На фиг. 22 показаны осциллограммы приема по трем разным методам на ресивер Уитстона: 1—ресивер в цепи реле,  $w=60$  слов в 1 м.; 2—ресивер в цепи выпрямителя,  $w=100$  слов в 1 мин.; 3—ресивер в цепи выпрямителя с ограничением, работающим на спадании,  $w=100$  слов в 1 м. Осциллограммы показывают рациональность работы без реле.

Быстродействующий радиоприем встречается тем меньше стесняющих факторов, чем



Фиг. 22.

короче волна, по двум причинам: 1) чем короче волна, тем больше радиостанций может работать не мешая друг другу при меньшей избирательности приема, а следовательно с большей скоростью; при постоянстве  $\Omega$  постоянно и  $\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2}$ , где  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  — длины волн, соответств. частотам  $f_1$  и  $f_2$  в полосе частот  $\Omega$ ; 2) чем короче волна, тем меньше действие атмосферных разрядов.

Установлено, что результаты, получаемые при приеме различных длин волн, идентичны при постоянстве  $\frac{E}{\lambda \omega}$ , где  $E$  — сила поля принимаемой станции. Под идентичными условиями приема понимается одинаковость числа ошибок в % при данных атмосферных условиях.

Надежность приема обычно определяется отношением силы сигнала к силе атмосферных разрядов:

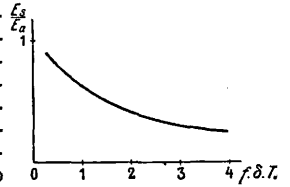
$$\frac{E_s}{E_a} = \frac{E \cdot \omega \cdot \pi (1 - e^{-f^2 T})}{A \cdot p \cdot \delta}$$

где  $\omega = 2\pi f$ ,  $A$  — амплитуд. значение кривой атмосферного разряда,  $p$  — время от начала до конца действия атмосферн. разряда. На фиг. 23 дана зависимость между  $\frac{E_s}{E_a}$  и  $f \cdot \delta \cdot T$

при прочих постоянных. Для выпрямленных сигналов та же зависимость определяется уравнением

$$\frac{Q_s}{Q_a} = \frac{E \cdot \pi \cdot \omega}{A \cdot p \cdot \delta} + \frac{25 E \cdot f^2}{\omega A p}$$

При постоянстве  $\delta \cdot f$ ,  $\frac{E_s}{E_a} \cong \frac{w}{20}$ . Быстродействующий радиоприем вообще возможен при  $\frac{E_s}{E_a} > 1$ . Увеличение  $\frac{E_s}{E_a}$  при увеличении  $w$  объясняется: 1) меньшим энергетическим эффектом точки при приеме, 2) более чувствительной регулировкой реле, реагирующей на малейшее искажение сигналов. При проектировании радиопередатчика для быстродействующей радиосвязи обычно нужно исходить из величины средней  $\frac{E_s}{E_a}$  в месте приема. Для центрального района Союза ССР, для надежного приема со скоростями 100 слов,  $E_s$  для зимнего времени должно быть порядка 100—150  $\mu V/m$ , для летнего времени 200—300  $\mu V/m$ .



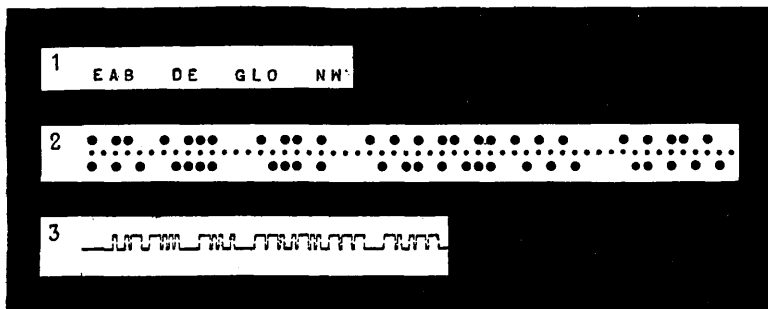
Фиг. 23.

Короткие волны для быстродействующего радиоприема, обладая большими преимуществами в отношении атмосферных разрядов, имеют следующие недостатки. 1) Трудность поддержания требуемого постоянства длины волны. В длинноволновой связи изменение тона  $\Delta c$  принятых сигналов допускается в пределах  $\pm 20$  циклов в секунду. Большинство длинноволновых коммерческих радиостанций имеет гораздо большее постоянство длины волны.

Для коротких волн положение осложняется, так как  $c \cdot \Delta c = f \cdot \Delta f$ , где  $\Delta f$  — изменение частоты, которое соответствует изменению тона  $\Delta c$ ; для высокой избирательности приема  $\Delta c$  допустимо равным 3%, для коротких волн с менее избирательным приемом  $\Delta c$  допустимо равным 6—8%. 2) Замирание сигналов выражено в коротковолновом приеме очень резко. Полностью преодолеть это явление пока не удалось, но удалось значительно понизить эффект замирания сигналов на прием путем применения направленной передачи и приема («бим-система» Маркони). Помощью «бим-системы» Маркони удалось установить коммерческую связь со скоростью 100 слов в 1 минуту между Англией, с одной стороны, и Австралией, Канадой, южной Африкой и Индией — с другой.

В современном радиоприеме нашли широкое использование гл. обр. ондуляторные телеграфные аппараты различных систем. Ондуляторные аппараты для радиотелеграфа имеют то преимущество, что они позволяют при навыке распознать искаженный сигнал. На некоторых линиях коротких и с большой нагрузкой нашли применение

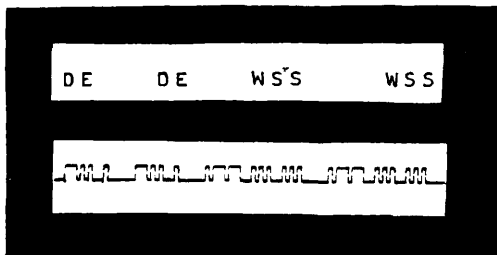
буквопечатающие аппараты Крида. Эксплуатация аппаратов Крида в радиосвязи выявила следующие их преимущества перед другими буквопечатающими аппаратами: 1) возможность контроля приема ондулятором, включенным параллельно ресиверу Крида; при контроле ондулятором возможно правильное чтение сигналов при их искажении до 40%; 2) отсутствие необходимости в точном синхронизме; при скорости в 100 слов ресивер Крида допускает для приема без искажения разницу в скоростях до 30% между трансмиттером и ресивером;



Фиг. 24.

3) легкость установления синхронизма ресивера путем изменения скорости мотора, благодаря наличию наглядных признаков установления синхронизма при приеме сигналов; 4) возможность быстрого перехода с автоматического радиоприема на слуховой в виду того, что ресивер Крида работает от сигналов, передаваемых кодом Морзе.

На фиг. 24 показаны ленты записи близ Москвы со скоростью 100 слов радиостанции Онгер («GLO»), близ Лондона, на аппарате Крида: 1—отпечатанная депеша; 2—перфорированная лента, принятая на ресивер; 3—контрольная лента приема на ондулятор.



Фиг. 25.

американской радиостанции «WSS». Совершенно новые перспективы перед Б. р. и р. открывает метод передачи депеш фотографическим способом.

В настоящее время Б. р. и р. получили очень широкое распространение: почти все радиолинии Запад. Европы и Америки работают быстродействующими аппаратами. У нас коммерч. быстродействующая радиосвязь налажена Наркомпочтелем на линиях: Москва—Берлин, Москва—Вена, Детское Село—Лондон, Москва—Харьков, Москва—Тифлис. В ближайшее время предполагает-

ся все вновь строящиеся Государственным электротехническим трестом заводов слабого тока для Наркомпочтеля радиостанции оборудовать аппаратами Б. р. и р.

Лит.: Куксенко П. Н., Быстродействующие буквопечатающие аппараты Крида и их использование в радиотелеграфе, Москва, 1928; его же, Об автоматическом радиоприеме с большими скоростями, «ТГТБП», Н.-Новг., 1925, 32 и 33; его же, О новой системе пишущего радиоприема, там же, 1925, 28; Шорин А. Ф., Сравнительно-экономический расчет различных систем радиостанций, там же, 1922, 14, 15, 16 и 17; его же, Работа по радио быстродейств. и буквопечат. аппаратами, там же, 1922, 13; Минц А. Л. и Оганов Н. И., Передача быстродейств. и буквопечат. аппаратами по радио, там же, 1926, 39; Nesper E., Radio-Schnelltelegraphie, Berlin, 1922; Banneitz F., Über Betriebsversuche und Erfahrungen mit drahtloser Schnelltelegraphie, «ETZ», В., 1927; Dosne P., Geneva—London Radio Circuit, «Radio Review», L., 1921, 2; Verch H., Schnelltelegraphie auf d. Grossstationen, «Telefunken-Ztg.», Berlin, 1921, 22; Weinberger Z., The Recording of High Speedsignals in Radiotelegraphy, «Proceed of the Inst. of Radio Engineers», N. Y., 1921, December; Swinton C., Wireless Telegraphy, Printing on the Creed Automatic System, «The Wireless World», London, 1920, v. 8; Cusins A. G., Drahtlose Schnelltelegraphie, «Jahrbuch d. drahtlosen Tel.», В., 1922, В. 20; Epen F., Über Gleichrichter für funktelegr. Schnellempfang, ibid., 1922, В. 20, p. 173; Arco G., Moderner Schnellempfang u. Schnellenden, ibid., 1922, В. 19, p. 338; Banneitz F., Der Radio-Schnellverkehr Berlin—Budapest, ibid., 1923, В. 21, p. 272. П. Н. Куксенко.

**БЫСТРОРЕЖУЩАЯ СТАЛЬ**, хромовольфрамовая из группы специальных сталей (характерно для химическ. состава одновременное присутствие Cr и W); в настоящее время вводится V, и в некоторых марках, кроме того, или Co, или Mo, или Co+Mo, или U. Б. с. применяется почти исключительно для изготовления металлорежущих инструментов—резцов, сверл, фрез. Б. с. часто называют самокальной, хотя иногда этим термином называется сталь с пониженным содержанием Cr и W. Основное характерное свойство Б. с.—сохранять режущую способность при нагревах до 600—650°, а потому инструмент из Б. с. может работать при больших скоростях резания, при быстром резании, нагреваясь при этом до 600—650°. Основные качества режущ. инструмента—твердость и режущая способность—свойственны стали в закаленном состоянии. Для этого металл нагревом до соответствующей критической темп-ры переводят в состояние твердого раствора и быстро охлаждают (закачивают), получая его в состоянии переохлажденного твердого раствора, или в т. н. закаленном состоянии; затем делают отпуск, т. е. нагревают вторично, вследствие чего происходит в некоторой степени распадение твердого раствора, при чем твердость металла повышается (вторичная твердость), натяжения и напряжения, образовавшиеся при закалке, уменьшаются, а режущая способность, работоспособность и прочность инструмента увеличиваются. Слишком высок. нагрев для отпуска влечет понижение или даже потерю режущей способности. При работе резания инструмент

нагревается от трения тем больше, чем больше скорость резания, и слишком большой нагрев (до температуры выше  $t^\circ$  нормального отпуска) повлечет во время работы дальнейший, уже чрезмерный, отпуск и порчу инструмента. Т. о. скорость резания, вообще говоря, ограничивается допустимым нагревом инструмента. Инструменты из углеродистой стали сохраняют твердость и режущую способность при нагреве от трения не выше 300—350°. Б. с. сохраняют твердость и режущую способность при нагреве до 600—650°. Отсюда следует, что работа инструментом из Б. с. по сравнению с таковым из углеродистой стали возможна при скоростях резания гораздо больших.

Основные элементы, определяющие особенности Б. с., — С, Cr и W; современные Б. с. основного типа — хромовольфрамовые — имеют химический состав: 0,6—0,7% С; 3,0—4,5% Cr; 11—20% W. По содержанию W они м. б. разделены на четыре марки: с малым содержанием W (11—14%), средним (14—16%), большим (16—18%) и высшим (18—20%). В настоящее время непременно вводится 0,25—0,5% V. Указанный состав надо считать наиболее принятым, но некоторые з-ды, изготавливающие Б. с., несколько изменяют состав. Так, содержание С понижают до 0,55—0,65% или, наоборот, повышают до 0,8%; содержание Cr некоторые герм. з-ды повышают до 5%; весьма многие з-ды вводят V до 0,6—1,0% (введением до 0,5% V достигается общее улучшение качества металла; при содержании больше 0,5% V образуется карбид  $V_4C_3$ , влияющий непосредственно на режущую способность стали). Некоторые заводы считают достаточным иметь только два сорта: с 14% W и с 18% W; эти два состава наиболее типичны и имеют каждый свою область применения. Первый состав характеризуется пониженной скоростью резания, но обладает большей степенью вязкости; из стали этого состава изготавливаются режущие инструменты с тонкими конструктивными деталями (например сверла, развертки). Второй состав, с 18% W, допускает большую скорость резания, но, обладая меньшей вязкостью, позволяет изготавливать режущие инструменты лишь более прочных конструкций (напр. резцы для тяжелых обдирочных работ). Экономический расчет показывает, что в случаях, где работа ведется с пониженной скоростью (например на сравнительно несложных станках), необходимо применять сталь с пониженным содержанием W. Кроме указанного основного типа хромовольфрамовой Б. с., в настоящее время применяется сталь, содержащая увеличенное количество С и V. Увеличением содержания С до 0,7—0,8% и V до 1,2% получают Б. с. для резания более твердых металлов при скорости меньше нормальной. Введение в Б. с. Со вполне установилось; резцы из Б. с., содержащей Со, Cr и W, работают при больших скоростях и снимают большее количество стружки, чем в равных условиях работы Б. с., содержащая Cr и W.

Американская Б. с. имеет следующий состав: 0,60—0,70% С; 3,0—4,5% Cr; 13—20% W; 2,0—4,5% Со, 1,0—1,6% V. Ан-

глийская сталь имеет: 5,0% Со, 18% W. Böhler Rapid-Stähle Extra 214 содержат: 0,6—0,7% С, 4,0% Cr, 19,5% W, 2,0—2,5% Со, 1,5% V. Большое колебание в содержании Со указывает на не вполне установившийся тип Б. с. с содержанием Со, Cr и W. Б. с., содержащая Мо, производится сравнительно в небольшом количестве; состав: 0,6—0,7% С, 3,5—4% Cr, 16—18% W, 0,5—2,0% Мо, 1,2—2,0% V. Чаще заводы инструментальной стали дают сталь состава: 0,6—0,7% С, 3,5—4,0% Cr, 16—18% W, 5,0% Со, 0,7—1,0% Мо, 0,6—1,2% V. А. П. указывает следующий состав: 0,75—1,2% С, 2,5—5,0% Cr, 15—19% W, до 3,0% Со, 1,0—5,0% V. Есть марка Б. с., содержащая 0,25% U, но эта сталь мало известна. Как всякая сталь, Б. с. имеет, по условиям ее выплавки, до 0,25% Si и до 0,25% Mn; вредных примесей не должно быть более 0,02—0,03% P и 0,02—0,03% S.

Относительные качества различной стали характеризуются достигаемой скоростью резания. При резании на токарных станках стали с сопротивлением на разрыв в 70 кг/мм<sup>2</sup> скорость резания углерод. стали с 1,2% С равна 7 м/мин; для Б. с. скорость резания, в зависимости от состава, приведена в следующей таблице (по Гадфильду):

Состав Б. с. в %					Скорость резания в м/мин
С	Cr	W	Со	V	
0,55	3,5	13	—	—	24
0,55	3,5	14	—	1,0	54
0,7	3,5	14	—	2,0	72
0,6	3,5	18	4,5	1,5	150
0,8	5,0	18	5,0	1,2	150
0,6	4,0	16,5	—	1,0	150

Б. с. в расплавленном состоянии есть однородный раствор С, Cr и W в железе. При отвердевании выделяется твердый раствор сложного состава — аустенит; отвердевание оканчивается при  $t^\circ$  около 1340° образованием некоего количества эвтектики (ледебурита), в состав которой входят аустенит и сложные карбиды; эта эвтектика на шлифе представляется в виде отдельных островков или тонкой сетки (фиг. 2\*) в основной массе аустенита, занимающих около 10% общей площади. Т. о. после отвердевания Б. с. подобна белому чугуну системы Fe-C при общем содержании С 1,7—4,3%, при чем в Б. с. вместо цементита  $Fe_3C$  имеются сложные карбиды. Тотчас после окончания отвердевания Б. с. представляет собою неоднородную доэвтектическую систему двух компонентов. Системы сплавов Fe+C+x указанного характера, т. е. состоящие из предельного аустенита и эвтектики, по предложению Ралатца, называются ледебуритными сталями. При дальнейшем охлаждении происходит выделение карбидов из аустенита первичного выделения и из аустенита эвтектики; карбиды первичного аустенита мелкие, карбиды из аустенита эвтектики значительно крупнее и рассеяны неравномерно. По мере выделения карбидов

\* Иллюстрации для данной статьи даны на отдельном вкладном листе.

аустенит доходит до эвтектоидного состава, и при некоторой температуре  $A_{r1}$  происходит образование эвтектоида, аналогичного перлиту системы Fe-C.

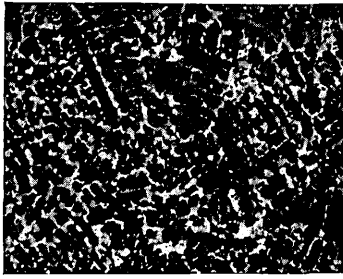
Положение эвтектоидн. темп-ры  $A_{c1}$ — $A_{r1}$  и характер прохождение всего процесса нагревания-охлаждения Б. с. может значительно меняться в зависимости от  $t^\circ$  нагрева и от скорости нагревания-охлаждения. При немедленном охлаждении от  $920^\circ$  Б. с. имеет эвтектоидную темп-ру  $A_{r1} = 764^\circ$ , т. е. ту же, как и система Fe-C; при замедленном охлаждении от  $t^\circ$  несколько выше  $1000^\circ$  или более быстром охлаждении от большей  $t^\circ$ , температура эвтектоидного превращения  $A_{r1}$  понижается приблизительно до  $400^\circ$ ; при быстром нагреве эвтектоидн. темп-ра  $A_{c1}$  поднимается до  $850^\circ$ , вместо максимума в  $820^\circ$  системы Fe-C. Строение нормальной, медленно отожженной Б. с. (или достаточно медленно охлажденной из расплавленного состояния) представляется в виде общей массы сорбита, феррит которого содержит Cr и W и в которой выделены карбиды  $Fe_3C$ ,  $Cr_4C$ , WC, вольфрамовид  $Fe_2W$ , а в случае наличия V карбид  $V_4C_3$  или двойные карбиды.

При нагревании Б. с. сначала образуется эвтектоидный раствор; дальнейшее растворение надэвтектоидных карбидов и вольфрамида происходит очень медленно и при высоких  $t^\circ$ , оканчивается же при  $t^\circ$ , близкой к  $t^\circ_{н.л.}$ ; кроме растворения, при изменении  $t^\circ$  нагрева происходят изменения в карбидах и в количестве вольфрамида. Б. с., закаленная при высоких  $t^\circ$  в интервале от  $A_{c1}$  до  $t^\circ_{н.л.}$ , будет тем ближе к состоянию твердого раствора (переохлажденному), чем выше темп-ра закалки. Если Б. с. закалить при  $t^\circ$ , близкой к эвтектоидной, то основная масса ее будет в состоянии мартенсита, свойства которого в отношении легкого распада при небольших нагревах близки к свойствам мартенсита системы Fe-C. Закаленная Б. с. в этом случае легко переходит в незакаленное состояние и оказывается близкой по свойствам к углеродистой. Наоборот, при высокой  $t^\circ$  нагрева значительная или большая часть карбидов и вольфрамида переходят в твердый раствор и делают его весьма устойчивым и трудно распадающимся; поэтому уже при охлаждении на воздухе Б. с. остается в состоянии твердого переохлажденного раствора-аустенита, т. е. закаливается (отсюда термин «самокалка») полностью или в большой степени и имеет структуру аустенита или мартенсита. Твердый раствор аустенита, образовавшийся при высоких темп-рах, распадается только при очень медленном охлаждении, закаленный же устойчив при нагревах в интервале  $600$ — $650^\circ$ . При нагреве до  $550$ — $600^\circ$  аустенит переходит в мартенсит и частично в троостит; строение мартенсита— в виде очень мелких иголок; твердость по Бринелю сравнительно с твердостью до отпуска возрастает (явление вторичн. твердости), доходя до  $700$ . Б. с., закаленная и отпущенная, имеет большое сопротивление износу; мартенсит ее менее хрупок, чем мартенсит углеродистой стали. Мартенсит Б. с. устойчив при длительной  $t^\circ$   $550$ — $600^\circ$ , и именно длительная устойчивость мартенсита— харак-

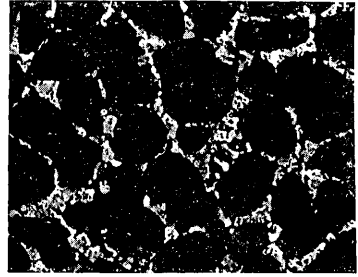
тернейшая особенность Б. с. Твердость и режущая способность реза из Б. с., отпущенной до вторичной твердости, сохраняется в значительной степени при нагревании реза во время резания до  $650^\circ$ ; эта особенность носит название «красностойкости». Указанные особенности Б. с.— закаливаемость, твердость, длительная устойчивость мартенсита, красностойкость, вторичная твердость— являются следствием вхождения в состав рассматриваемого сплава элементов Cr, W, между которыми практикой выработаны некоторые соотношения, что видно из вышеприведенных составов.

Исследования показали, что из упомянутых выше основных элементов Cr обуславливает закаливаемость и твердость, Cr, также повышая твердость, увеличивает инертность твердого раствора и способность закаливаться, следствием чего получается свойство закаливаемости на воздухе (самозакаливаемость) и вторичная твердость; W, как и Cr, увеличивает инертность твердого раствора; двойные карбиды Cr и W обуславливают устойчивость при отпусках, твердость и устойчивость при высоких  $t^\circ$  (до  $600^\circ$ ).

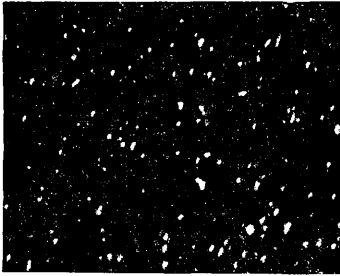
Технологич. процесс производства и обработки Б. с. имеет свои особенности и большие трудности; производство это является весьма специальным и требующим знаний, искусства и навыков. Один химич. состав совершенно не гарантирует качеств продукта. В настоящее время установлены некоторые положения, к-рые надо считать обязательными. Выплавка Б. с. как продукта большой ценности, вследствие дорого стоящих составных частей W и V, производится из чистых материалов и процессом, хотя и дорогим, но дающим большую гарантию качества,— в электропечах и тиглях (тигельная сталь лучше электростали). Слитки отливают небольшого веса и отковывают в штанги, пружки, полосы или поковки по заданному чертежу. Теплопроводность Б. с. мала, и процессы нагревов и охлаждений должны проводиться медленно и постепенно; при несоблюдении этого получается брак (трещины). Строение литой Б. с. представляется в виде крупных полиэдров (зерен) основной массы, разделенных тонкой сеткой ледебурита (иногда незамкнутой; см. фиг. 1 и 2), и крупных включений карбидов в основной массе, неправильной формы и неравномерно размещенных; в таком состоянии быстрорежущ. сталь не имеет нужных качеств (фиг. 1). Ковка изменяет структуру стали в высокой степени, превращая ее в мелкозернистую с мелкими равномерно распределенными включениями карбидов (фиг. 3 и 4); общая масса карбидных образований при ковке в условиях нагрева  $\sim 1000^\circ$  остается неизменной, и действиековки ограничивается только размельчением и перемещением их. Кроме изменения внешней формы (т. е. получения в виде штанги или поковки в форме инструмента), задачейковки является получение достаточно мелкой и равномерной структуры металла, что обуславливает нужные качества инструмента. Послековки делается отжиг при  $850$ — $950^\circ$  для уничтожения всех ковочных натяжений и напряжений и для



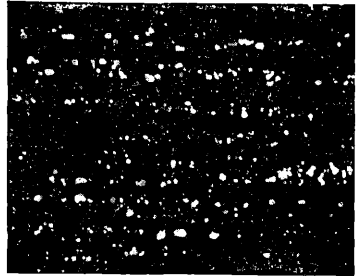
1



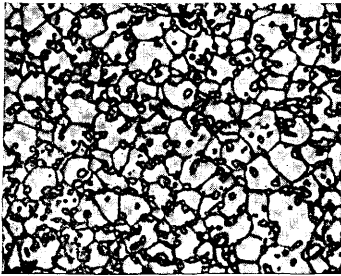
2



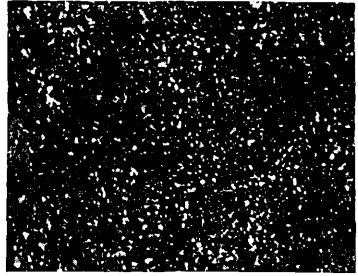
3



4



5



6



7



8

1. Литая Б. с. вблизи поверхности слитка,  $\times 100$ . 2. То же в середине слитка,  $\times 100$ . 3. Кованая Б. с. после 300-кратной выжимки при ковке. Строение хорошо прокованной стали [мелкие равномерно распределенные выделения карбидов в однородной трооститной массе]: поперечное сечение,  $\times 200$ . 4. Кованая Б. с. после 300-кратной выжимки при ковке. Строение хорошо прокованной стали [мелкие равномерно распределенные выделения карбидов в однородной трооститной массе]: продольное сечение,  $\times 200$ . 5. Нормально закаленная сталь: аустенит и включения карбидов,  $\times 200$ . 6. Закаленная и отпущенная на 600–650°: мелкие выделения карбидов в основной массе троостита,  $\times 200$ . 7. Небольшой перегрев при нагреве для закалки: увеличение размеров полиэдров; в стыках их — начало образования ледебурита,  $\times 500$ . 8. Полный перегрев: увеличение размеров полиэдров; в стыках — ясно обозначенные образования ледебурита,  $\times 500$ .

получения состояния большей мягкости для возможности дальнейшей обработки на станках. При отжиге происходит выделение вторичных карбидов в виде мелких, весьма раздробленных включений из основной массы, к-рая доходит до эвтектоидного состава и принимает сорбитное строение. В таком состоянии (после отжига) Б. с. имеет твердость по Бринелю 250—300 и может без затруднения обрабатываться снятием стружки. Б. с. поступает к потребителям в отожженном состоянии; инструмент обыкновенно готовится потребителем на режущих станках (без нагревов) и подвергается закалке. При нагревании для закалки образуется твердый раствор, аустенит, сначала эвтектоидного состава, который постепенно, при выдерживании и повышении  $t^\circ$  растворяет сначала вторичные карбиды, а при конечной закалочной  $t^\circ$  в  $1300^\circ$  — отчасти и первичные карбиды. Соответственно этому при закалке строение Б. с. будет в виде полиэдров аустенита, в стыках между которыми в массе коих включены карбиды. Чем более продолжительное время выдерживается Б. с. при высоких  $t^\circ$  и чем выше  $t^\circ$  нагрева, тем резче выделяются полиэдры и тем они крупнее (в связи с укрупнением полиэдров качество металла понижается). С другой стороны, при удлинении времени нагрева и увеличении  $t^\circ$  (нагрева и закалки) количество свободных карбидов (вследствие растворения) уменьшается, и режущая способность и красностойкость стали повышаются. Структура закаленной стали имеет вид полиэдров меньших или больших размеров с включениями карбидов (фиг. 5). Отпуск Б. с. вызывает распад аустенита и постепенное выделение карбидов; аустенит переходит в состояние мартенсита и даже троостита, но сталь сохраняет в значительной степени работоспособность; границы полиэдров теряют определенность, но очень мелкие выделения карбидов увеличиваются (фиг. 6). Неправильный нагрев, т. е. слишком продолжительный при высших темп-рах в интервале  $1000—1300^\circ$ , может повести к образованию (восстановлению) ледебуритных участков из разбитых ковки карбидов и даже к началу плавления образовавшегося ледебурита (фиг. 7 и 8). В таком состоянии, если оно достигло довольно большой степени развития, Б. с. теряет свои качества (как говорят, сталь «пережжена»), к-рые м. б. восстановлены перековкой, если она возможна по размерам и форме; небольшая начальная степень образования ледебурита от нагрева стали может и не понизить рабочих качеств инструмента (фиг. 7).

Правила закалки Б. с.: 1) нагрев для закалки — а) медленный и равномерный подогрев в свинцовой или соляной ванне до  $800—820^\circ$ ; б) для окончательного нагрева инструмент переносят во вторую печь, муфельную или пламенную,  $t^\circ$  к-рой поддерживается при  $1250—1320^\circ$  (в зависимости от типа закаливаемого инструмента); по достижении необходимой  $t^\circ$  инструмент закаляют; 2) закалка в масле  $t^\circ$   $70—80^\circ$  или струей воздуха; 3) нагрев для отпуска до  $540—630^\circ$  (равномерно в течение 5—30 минут в зависимости от размеров, очертания

и назначения инструмента); 4) охлаждение после отпуска на воздухе или в масле.

Началом применения специальных сталей для работы с увеличенной скоростью надо считать 1856 г., когда стала известна (взят патент) сталь Мошета (Mushet), состав которой был: С—2,0%; Si—1,5%; Mn—2,57%; Cr—1,15%; W—6,62%. В 1900 году Тейлор и Уайт начали исследование работы резания и в 1906 г. предложили след. состав Б. с.: С—0,65%; Cr—5,5%; W—19%.

Лит.: Б а б о ш и н А. Л., Металлография и термическая обработка железа, стали и чугуна, ч. III, II, 1918; е го же, Термическ. обработка обыкновенных и спец. сортов стали, М., 1926; Н е с с е л ь ш т р а у Г. З., Быстрорежущая сталь, Л., 1924; Е в а н г у л о в М. Г., Сплавы, Ленинград, 1924; Д е н и К., Исследование главных свойств инструмент. сталей, пер. с франц., М., 1926; Р а п а т ц Ф., Спец. стали, пер. с немецкого, Харьков, 1927; M a r s G., Die Spezialstähle, Stuttgart, 1922; S a u v e u r A., The Metallurgy and Heat Treatment of Iron and Steel, N. Y., 1926; H o u t S., Metallography, part II, N. Y., 1921; G u i l l e t L. et P o r t e v i n A., Précis de métallographie microscopique et de macrographie, Paris, 1924; B r e a r l e y-Schäfer, Die Einsatzhärtung von Eisen u. Stähle, B., 1926.

### БЫСТРОХОДНЫЕ ПАРОВЫЕ МАШИНЫ.

В большинстве случаев вертикальные поршневые паровые машины с числом оборотов от 200 до 600, средняя скорость поршня не выше 7,5 м/сек. Такие машины обычно применяются для электр. генераторов. Расположены кривошпицы у быстроходных компаунд-машин обычно под углом  $180^\circ$ . Встречаются Б. п. м. и с клапаным распределением (до 250 об/м.), но чаще с круглыми золотниками; снабжены они плоскими регуляторами. Чтобы инерционные силы не превысили давления сжатия, необходимо сжатие делать достаточно высоким или применять специальные воздушные буфера (машины Вилланса). При проектировании машин необходимо по возможности уравновесить противовесом вращающиеся массы и частично возвратно-поступательно двигающиеся массы. При многоцилиндровых Б. п. м. с длинным валом необходимо рассчитать вал на резонанс. О быстроходных двигателях см. *Двигатели быстроходные*.

**БЫЧЬЕ САЛО**, говяжье сало, жир, получаемый из различных частей тела крупного рогатого скота — быков, волов, коров и телят. Количество сала в жировых тканях животного колеблется в зависимости от части тела, от степени упитанности, от породы, пола и возраста. Наиболее богато жиром (после костного мозга, о к-ром см. *Костяное масло*) почечное сало (94,15% жира), меньше всего содержится жира в грудной ткани (64,27%). В среднем жировая ткань упитанной коровы содержит 93,74% жира, тощей — 88,68%, теленка — 73,86%. Прежде считали, что Б. с. состоит из смеси тристеарина, трипальмитина и триолеина. Однако новейшие исследования показали, что в нем заключаются смешанные глицериды: дистеаропальмитин, дипальмитостеарин, дипальмитоолеин и стеаропальмитоолеин; кроме того, имеется и глицерид льняной кислоты. Соотношения между указанными глицеридами обуславливают свойства сала. У быков более твердое сало, чем у коров, и содержит больше стеарина; при питании маслянистыми жмыхами получается более мягкое сало, более богатое олеиновой и льняной кислотами.

На рынке Б. с. известно в виде двух главных сортов: сырца, т. е. жира вместе с жировой тканью, и топленого сала, т. е. жира, полученного путем сухого или мокрого салотопления (см. *Салотопенное производство*). В свою очередь эти сорта делаются по месту добычи из тела животного: околопочечное, околосердечное, легочное, шейное и спинное сало. Смотря по свежести, Б. с. бывает белого, желтого и бурого цвета. Свежее Б. с. имеет приятный запах и почти безвкусно; свободных к-т в нем не более 0,5%. При небрежном хранении под влиянием энзимы липазы (см. *Жиры и Масла*) количество кислот увеличивается, доходя до 25% и более, — сало приобретает тогда прогорклый запах и вкус.

Константы Б. с.: уд. вес при 15° 0,925—0,952,  $t_{пл.}$  40—50°,  $t_{заст.}$  («титр») 27—38°, число омыления 190,6—200, иодное число 32,7—56,7, число Генера 94,7—96,1, коэффициент преломления при 40° 1,4551. Указан. константы варьируют в зависимости от сорта сала, возраста, пола, пищи. Почечное сало обладает наибольшей  $t_{пл.}$  (49,6°), сало мошонки — наименьшей (42,5°). Коэфф. омыления в почечном сале наименьший (193,0), в мошоночн. — наибольший (198,3—Л. Майер). По Раффо и Форести, коэффициент омыления сала пятилетнего быка 196,57, а сала теленка 198,30; иодное число брюшного сала 43,20, а сала мошонки 48,27. Константы жирных кислот бычьего сала:  $t_{пл.}$  43—47°,  $t_{заст.}$  34,5—46,6°, иодное число 25,9—57,0.

Мировое производство Б. с. определяется в 350 000 т. До империалистской войны на долю России приходилось 185 000 т, т. е. ок. 53,0%. До начала настоящего века Б. с. играло очень важную роль в технике мыловарения и смазочных масел; в настоящее время оно идет почти исключительно для пищевых целей; мыловаренные з-ды З. Европы и СССР пользуются лишь случайными закупками на рынке Б. с., непригодного в пищу вследствие начавшегося разложения; для смазки теперь идут тяжелые нефтяные масла, которые почти вытеснили бычье сало, равно как и другие виды сала.

Лит.: см. *Салотопенное производство*. Л. Лялин.

**БЭЙЕРЛИТ** (Byerlite, Byerlite Pitch), искусственные асфальты, получаемые способом Мебери и Бэйерлея (1896 год), а в особенности наиболее твердые и наиболее трудноплавкие из них. Процесс состоит в продувании в течение 4—5 дней воздуха через тяжелые остатки огайской нефти, сперва при 230°, под конец при 340°. Смотря по продолжительности продувания, получается один из четырех продуктов:

Окисление идет вначале по схеме  $RH + HR' + O \rightarrow H_2O + RR'$ , а под конец по схеме, указанной Гефером:  $>CH \cdot CH < + O \rightarrow H_2O + >C : C <$ , и т. о. ведет к обогащению двойными связями; кроме того, процесс сопровождается уплотнением молекул. Прибавление 5% серы позволяет сократить продолжительность дутья в 6 раз (Брукс и Гемфрей). Отличие искусственных асфальтов от природных — в большем содержании нефтяных масел (даже при твердости и большой хрупкости — до 48%), а также в более прочной связанности их серы, не отделяющейся и при нагревании. Сравнительные данные о природных и искусственных асфальтах помещены в статье *асфальт нефтяной* (см.).

Иногда искусственные асфальты содержат до 3,4% кислот, но не свободных, например в виде лактонов. Для приготовления искусственного асфальта наиболее пригодна тяжелая нефть, богатая смолистыми и асфальтовыми веществами. Согласно французскому патенту № 349 214, в виду экзотермичности процесса окисления при продувании,  $t^\circ$ , поднятая до 200°, далее сама собой поддерживается на требуемой высоте, и подогрева извне не требуется; в остатках получается асфальт, а в погонах — смазочные масла. В Америке и в других странах получают огромные количества искусственного асфальта (см. *Асфальт нефтяной*), аналогичного, но не тождественного продувному. Предложены также и другие способы производства так наз. искусственного асфальта, но получаемые продукты не имеют ничего общего с асфальтом естественным. Так, по герм. патенту № 143 147, суррогат асфальта изготавливается сплавлением 11 ч. каменноугольного гудрона, 1 ч. серы, 11 ч. гашеной извести и песка по надобности. Бэйерлит в собственном смысле размягчается при 260°, но иногда на рынке бэйерлитом называют искусствен. асфальт с более низк.  $t_{пл.}$ , 93—176°, применяемый для мостовых. Б. растворяется полностью в сероуглероде и лишь на 62,4% в лигроине. По свойствам Б. похож на природный битум гильсонский. Пробойная электрическая крепость Б. считается около 1,18  $kV_{max}/мм$ , или 0,85  $kV_{eff}/мм$ , при толщине около 1,5 мм. О распознавании и анализе Б. см. в нижеследующей литературе.

Лит.: Гурвич Л. Г., *Научные основы обработки нефти*, М.—Л., 1925; Маркуссон И., *Асфальт*, М.—Л., 1926; Mabeury and Beyerley, «Am. Soc.», 1896, p. 141; Brooks a. Humphrey, «I. Eng. Ch.», 1917, p. 764; Abraham H., *Asphalts a. Allied Substances*, N. Y., 1920; Cross R., *Handbook of Petroleum, Asphalt and Natural Gas*, Kansas, 1919; Fischer E. M. J., *Künstliche Peche und Asphalte*, «Kunststoffe», München, 1911, Band 1, p. 421—23, 447—52, 471—74; Fischer E. M. J., *Technische Asphalt-u. Pechprüfapparate*, «Kunststoffe», 1920, B. 10, p. 30—32, 39—43. П. Флоренский.

Физ. и хим. характеристики продуктов окисления нефти.

Продукты окисления нефти продувкой	Элементарный состав в %					Уд. в.	Темп-ра размягч.	Бромное число
	С	Н	S	N	O			
Асфальт . . . . .	86,22	10,91	0,30	0,18	2,39	0,956	25°	14,18
Кровельн. асфальт.	84,48	10,33	0,40	0,61	2,18	1,00	135°	14,93
Асфальт для мостовых . . . . .	86,90	10,20	0,39	0,63	1,88	—	165°	14,40
Бэйерлит . . . . .	87,44	9,37	0,41	0,64	2,20	1,04	260°	18,93

**БЭКОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО.** Бэкон — соленая свинина. Он имеет высокую питательность. Один г бэкона дает 5,6 Cal, тогда как 1 г баранины—3,0 Cal и 1 г говядины—2,6 Cal. Главным потребителем бэкона — Англия, куда он ввозится из разных стран. Ввоз бэкона в Англию за последние пять лет определялся по странам в следующих количествах:

Табл. 1.—Ввоз бэкона в Англию.

Ввозящие страны	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.
	в тоннах				
Дания . . .	120 082	179 360	202 556	189 940	184 989
С.-А. С. Ш.	125 144	108 140	93 162	75 646	60 409
Ирландия .	—	15 661	30 299	23 447	22 054
Канада . .	37 455	42 383	60 507	64 359	43 867
Др. страны	18 684	14 802	13 510	25 873	68 226
Всего . . .	301 365	380 346	400 034	379 265	379 555

Приведенные данные указывают на большую емкость английск. рынка. При средней оптовой цене бэкона в Лондоне за 1924 г. ок. 91 р. за т, стоимость ежегодно ввозимого в Англию бэкона определяется крупной суммой—свыше 330 млн. рублей.

Начало Б. п. в России относится к 1892 г., когда акц. общество «Марриот и Зелигман» устроило бэконную ф-ку в Либаве. Вначале оно закупало свиней в нынешней Эстонии и Латвии, но потом расширило район закупки на Украину. В центральных губерниях первые ф-ки были устроены: 1) в 1902 г. — в Есипове, Тамбовской губ. (англ. акц. общество «Бр. Барсельман»), 2) в 1904 г. — в Козлове Тамбовской губ. (англ. акц. об-во «Унион»), 3) в 1905 году — в Грязях, Тамбовской губ. (Мин-во земледелия; эта ф-ка в 1906 г. была слана в аренду иностранцам), 4) в 1906 г. — в Кургане («Унион»), 5) в 1910 г. — в Никифоровке, Тамбовской губ. (англо-польское акц. об-во), 6) в 1911 году — в Кургане (датское акц. об-во «Брюль и Тегер»), 7) в 1912 г. — в Ртищеве, Саратовской губ. («Бр. Барсельман»). Из перечисленных ф-к: стorerи в Козлове и Есипове; демонтированы в Грязях и одна в Кургане; остальные три возобновили в последние годы свою работу. Кроме них, устроен ряд фабрик: 1) в 1925 г. — в Воронеже, 2) в 1926 г. — в Покровске, близ Саратова, 3) в 1926 г. — в Армавире, на С. Кавказе, 4) в 1926 г. — в Полтаве, 5) в 1927 г. — в Ленинграде. Вывоз бэкона из России в 1913 году составил более 10 000 т на сумму свыше 5 млн. р.

Б. п. слагается из следующих элементов: 1) производство сырья, 2) устройство и оборудование бэконных фабрик, 3) подготовка сырья, 4) переработка сырья, 5) засолка бэкона, 6) сортировка бэкона, 7) упаковка бэкона, 8) копчение и разубка для продажи, 9) целесообразная утилизация отходов и отбросов, получаемых в Б. п.

Для производства хорошего бэкона пригоден не каждый тип свиньи. В настоящее время выработался определенный наиболее желательный тип свиньи, дающий большое количество нежного первосортного товара. Оценка бэконных свиней производится по определенной шкале, при чем все статьи

свиньи оцениваются баллами соответственно их наружным признакам. Сумма баллов 100 определяет животное наивысшего качества по всем признакам, отдельные же статьи оцениваются следующим образом.

**А. Общий вид свиньи.** Величина: животное хорошо развито для своего возраста — 5 баллов. **Форма:** длина, все части пропорционально развиты и должны придавать животному хорошо сбалансированный, крепко связанный вид; верхняя линия сильная, слегка выгнутая, нижняя — прямая, соски хорошо подобраны — 10 б. **Качество:** шетина тонкая, кожа ровная, не предрасположенная к морщинам, кость чистая, крепкая, не грубая; мясо на-ощупь твердое, ровное, не рыхлое у головы и впереди боков, у брюха и окорока — 10 б. **Составляющие:** свинья хорошо покрыта мясом, твердым вдоль спины и крестца, но не тяжело загружена салом — 6 б. **Наружный вид:** активный, бодрый вид, походка без качания, животное хорошо стоит на пальцах, при обращении выявляет сильный характер — 4 балла.

**Б. Голова и шея.** Хобот: средней длины, умеренно тонкий — 1 б. **Липо:** широкое между глаз, затылок широкий, полный — 1 балл. **Глаза:** хорошего зрения (не обезбеченные жиром), полные, ясные, широко поставленные — 1 б. **Шеки:** красивой ширины, не обнаруживающие рыхлости — 2 б. **Уши:** умеренно тонкие, окаймленные нежной шерстью — 1 б. **Шея:** средней длины, мускулистая, но не склонная к дугобразности на вершине — 2 балла.

**В. Передние четверти.** Плечи: ровные, несколько округлые через спину, очень компактн., не шире спины и не выступают через спину — 6 баллов. **Грудь:** хорошей ширины, полная — 3 б. **Передние ноги:** хорошо расставлены, сред. длины, прямые, крепко сформированные — 4 б.

**Г. Корпус.** **Спина:** средней ширины, легко возвышается над прямой линией, образуя легкую дугу от шеи к основанию хвоста — 6 б. **Крестец:** широкий, как опора спины, крепкий, полный, но не точно дугобразный — 5 б. **Рёбра:** хорошей длины и умеренно дугобразны — 4 б. **Бока:** красиво большие, длинные, ровные, прямые между плечом и окороком; линейка, положенная ребром, должна касаться во всех частях спины животного — 8 б. **Околосердечный пояс:** полный, но не рыхлый впереди боков, выполненный наравне со стороной плеч; не должен быть подобран сзади передних ног — 5 баллов. **Пак:** полный, низкий — 2 балла.

**Д. Задние четверти.** **Круп:** такой же ширины, как и спина, длинный, легко округлый к хвосту и несколько округлый от одного склона к другому через спину — 4 балла. **Окорок:** полный, без рыхлостей, морщин или складок, несущий мясо хорошо вниз, бедро, утончающееся книзу — 6 б. **Задние ноги:** средней длины, бедра хорошо расставлены, но не наклонно наружу, кость чистая, сильная, копыта отвесные — 4 балла. **Итого:** 100 баллов.

Очень важное значение имеет для нашего Б. п. одна англ. порода — большой иоркшир,



или большая белая англ. свинья. Эта порода — одна из самых крупных. Лицо большого иоркшира — легко скрытое; хобот средний, прямой; уши большие, иногда наклонены вперед, но не стоячие, не грубые; плечи и спина средней ширины; бока длинные; окорока с малой поверхностью жира, заострены к подколенной кости, хорошо мясисты на внутренней поверхности, но не морщинистые и не вялые; кость ясно тяжелая, но не длинная; масть белая, но черные или синие точки на коже допустимы, хотя нежелательны. Описанный крупный иоркшир — наиболее ценный материал для получения бэконной свиньи не только в чистом виде, но и при скрещивании с обычной свиньей наших крестьянских хозяйств, что для Союза ССР имеет особенно важное значение.

Правильно выращенная бэконная свинья уже к 6 месяцам дает живой вес 80—100 кг, наиболее благоприятный для производства бэкона. Для быстрого получения указанного веса необходимо правильное кормление молодых свиней и правильный за ними уход. Боровков, предназначенных для убоя на бэкон, следует кастрировать до отъема от матери. Чем дольше остаются поросята при матке, тем легче за ними ухаживать после отъема.

Кормовые рационы для молодых поросят рекомендуются в следующих соотношениях: 1) на 50 кг зерна—50 кг пшеничных отрубей и 10 кг мясной муки; 2) на 50 кг зерна — 50 кг пшеничных отрубей и 200 кг снятого молока, и т. д. Если поросята имеют надлежащее пастбище, то рационы следует изменить, напр. на 50 кг зерна—16 кг отрубей и 7 кг мясной муки. В дальнейшем мясную муку можно уменьшать, используя фабричные отбросы (свекловичный жом, жмых и проч.). Опытные данные подтверждают необходимость прибавки мясных или молочных кормов во все время подготовки бэконных свиней к убю. Что же касается соотношения между азотистыми (протеины) и безазотистыми (углеводы) веществами, то наилучшим является 1 : 4,5 (питательная пропорция). Корма животного происхождения отчасти можно заменить молочными отбросами (снятое молоко) и люцерной.

Классификация бэконных свиней в зависимости от их живого веса установлена в Англии и Дании следующая. 1. Шестерки — живой вес до 86,5 кг. Название дано от способа упаковки бэкона от таких свиней по 6 половинок в кипу. 2. Первый сорт мерные — живой вес от 87 до 103 кг. При высоком качестве мяса и жира этих свиней и надлежащей степени откорма эти свиньи наиболее ценны для бэконных фабрик, так как дают наилучший материал. 3. Первый сорт жирные — более тяжелые, от 103,5 до 120 кг, менее желательные. 4. Перевески — от 120 до 127,5 кг, слишком жирные, дают бэкон низкого качества. 5. Незаконченные. Свиньи иного веса, тощие или слишком жирные, имеющие низкого качества мясо и жир, грубые, котуруются на рынке по низкой цене. Хорошая упитанность бэконной свиньи в пределах оптимального веса необходима.

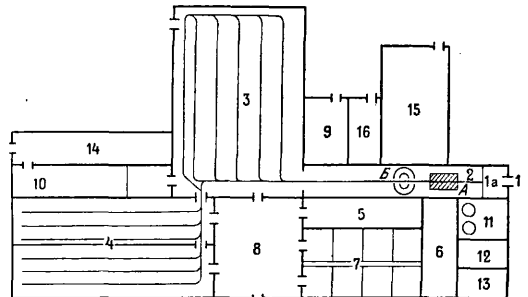
Распределение туши бэконной свиньи без внутренностей по различным ее частям, получаемым при разделке туши, выражается в следующих цифрах:

1. Две половинки бэкона . . .	67,0 кг	76,17%
2. Голова . . . . .	7,3 »	8,30 »
3. Позвоночник . . . . .	2,9 »	3,26 »
4. Лопаточная кость . . . . .	1,2 »	1,40 »
5. Грудная кость . . . . .	0,3 »	0,35 »
6. Ноги . . . . .	2,1 »	2,33 »
7. Почечный жир . . . . .	3,3 »	3,72 »
8. Сбор (сальник) . . . . .	1,2 »	1,40 »
9. Почки . . . . .	0,2 »	0,25 »
10. Обрезки и крошки . . . . .	2,3 »	2,57 »
11. Потери при разделке . . . . .	0,2 »	0,25 »
Общий вес туши . . . . .	88 кг	100%

Приведенные цифры представляют данные заграничной практики. Наши свиньи несколько уступают в % выхода бэкона за счет увеличения веса головы, ног и вообще костяка. Следующие цифры дают соотношение веса разных частей туши годовалой свиньи (живой вес 194,5 кг) после 12 часов голодания:

1. Мясо с головой и ногами . . .	146,7 кг	75,40%
2. Жир . . . . .	15,6 »	8,00 »
3. Сердце и легие 3,5 кг, печень, селезенка и почки 3,5 кг . . . . .	7,0 »	3,60 »
4. Желудок и кишечник . . . . .	9,0 »	4,65 »
5. Кровь . . . . .	7,0 »	3,60 »
6. Содержимое желудка, мочевого пузыря, кишек . . . . .	5,8 »	3,00 »
7. Потери при разделке туши . . . . .	3,4 »	1,75 »
Общий вес . . . . .	194,5 кг	100%

Бэконная фабрика. Современная бэконная ф-ка представляет собой довольно сложное промышленное предприятие, оборудованное машинами, холодильными установками и холодными камерами, а также рядом подсобных предприятий, имеющих



Фиг. 1.

целью наиболее рентабельное использование всех частей туши животного. На фиг. 1 изображена схема плана бэконной фабрики.

Основным условием при устройстве у нас бэконной фабрики является близость ж. д., т. к. слабое развитие нашего свиноводства не обеспечивает насыщения фабрики средней производительности гужевым подвозом. В Дании, напр., фабрика на 40—60 тыс. годового убоя снабжается с расстояния не далее 20 км, у нас же для этого требуется около 200 км. При устройстве ф-ки важно выбрать надлежащее место для свободного расположения как самой ф-ки, так и подсобных сооружений, а также позволяющее удобно отвести канализационные воды. Основным моментом распланирования ф-ки и подсобных

сооружений является учет будущей работы в отношении наиболее экономного расходования сил, кратчайшей передачи частей туши для той или иной работы, обеспечения чистоты в помещениях, надзора за работой, достаточного количества света и надлежащей температуры, удобства доставки топлива и других материалов, потребных для производства.

При установлении размеров ф-ки необходимо иметь в виду, что широкая европейская, в частности датская, практика исходит из расчета убоя от 500 до 1 000 голов в неделю, что дает в год 25—50 тыс. голов. Это же количество является типичным и для наших ф-к. В Америке размеры бэконных ф-к больше европейских.

Обычный материал для постройки бэконных фабрик — кирпич. Высота помещений 4—5 м, кроме холодильника и солильни, где высота д. б. 3 м. В виду значит. нагрузки тушами остьвочной камеры и холодильника (фиг. 1, 3, 4 и 5), где также подвешены охлаждающие трубы, балки д. б. соответственно усилены установкой разгружающих колонн. Опыт империалист. войны показал, что в военное время все бэконные ф-ки должны заниматьсь убоем крупного скота. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании, предусматривая возможность подобного применения бэконных ф-к в моменты международных осложнений. Стены ф-ки должны допускать промывку. Необходима хорошая вентиляция с 4—6-кратным обменом воздуха в час в бойне, остьвочной, кишечной, кровяной и деструкционной. Движущая сила д. б. паровая, так как потребность в паре для отогревания аппаратов и отопления велика. Важно использовать отработанный пар. Можно иметь и другую силу, но тогда нужен отдельный паровой котел. При всей желательности компактного расположения отдельных функций ф-ки все же следует, в санитарных целях, помещать в отдельное здание вторичные процессы работы (колбасное, утилизационное, стерилизационное и пр. отделения).

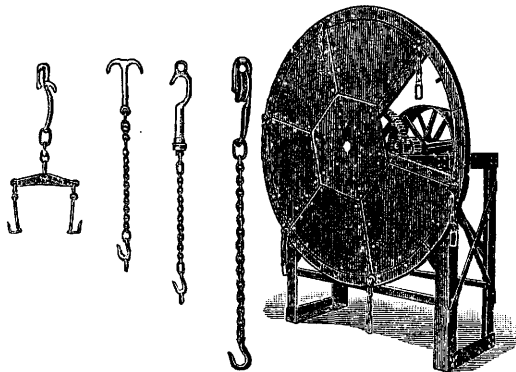
Из подсобных сооружений нужно отметить свинарник, необходимый в виду неизбежной и постоянной неравномерности в подаче свиней на ф-ку. Вся работа фабрики обычно строится так, что фабрику пускают в ход при наличии запаса дневного убоя. Далее весьма важно здание для биол. очистки вод, если без нее нельзя обойтись. Обычно при постройке бэконных фабрик от этого устройства, в виду высокой его стоимости, воздерживаются, но это не всегда допустимо. Жилые помещения для администрации и рабочих устраиваются в меру потребности; склады строят: 1) для хранения корма и другого фуража, 2) для соли, селитры и пр., 3) для щетины, костей, 4) для кишек (фиг. 1, 13). Точно так же должна быть устроена лавка для продажи местному населению голя, обрезков, топленого сала и проч.

Нормально бэконная фабрика имеет следующие основные помещения (фиг. 1): 1) бойню с загонем для свиней, камерой для убоя, помещением для собирания крови, помещением для ошпаривания и очистки туш 2,

печью для опаливания Б и кишечным отделением 9; 2) остьвочную камеру 3; 3) холодильную камеру 4 и 5; 4) подвал; 5) рассольную 6; 6) солильную 7; 7) упаковочную 8. Кроме того, здесь же м. б. устроены: салотопенный завод, лаборатория 10, кабинеты, контора 14 и пр. Главным оборудованием бэконной фабрики является машинное отделение вместе с холодильным 15 и 16. Для предприятия средней производительности, до 1 000 свиней в неделю, двигатели должны иметь 75—100 HP, а холодильная установка — не более 100 тысяч Cal.

Основное внутреннее оборудование бэконной фабрики — воздушные (подвесные) пути, по которым туша двигается с момента убоя свиньи до посылки бэкона. В виду массового убоя свиней воздушные пути имеют весьма значительное протяжение и располагаются в бойне в один ряд, в остьвочной и в холодильнике — в несколько рядов на расстоянии 0,75—0,80 м друг от друга. Расчет длины путей в м производится из удвоенной производительности, деленной на 5. В то время как на бойнях для крупного скота воздушные пути делаются из более тяжелых рельсов, и туши движутся на роликах, на бэкон. фабрике вместо рельсов применяются обычные цельнотянутые трубы (диаметром около 50 мм), по к-рым туши скользят на крючках разноги. Стыки труб должны иметь достаточную прочность, что и достигается вставкой в трубы чугунных или прочных деревянных цилиндров, того же диаметра, длиной до 0,4 м. Высота воздушного пути над уровнем пола в убойной камере — 2,5 м, над обжигательной печью — 2,25 м, в остальных помещениях — 2 м. Переходы на поворотах путей для передачи туш с одного пути на другой устроены из тех же труб в виде стрелок. На фиг. 2 изображены различные формы цепных крючков, которые специально упрочняются при обслуживании подвесных путей.

Работа фабрики начинается с пригона свиней в фабричный загон. Отсюда свиньи поступают в убойную камеру, в которой находится специальный блок или особый элемент для подъема свиней или большое



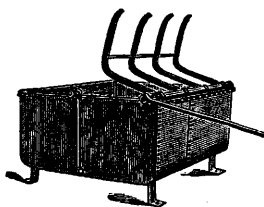
Фиг. 2.

Фиг. 3.

убойное колесо (фиг. 3). Боец особой короткой цепью с крюком захватывает свинью за заднюю ногу выше колена. Крюк вкладывается в кольцо цепи, перекинутой через

блок, и поднимают свинью на уровень, необходимый для убоя. При наличии элеватора, обычного на датских свинобойнях, крюк цепи накладывают на рельс, проходящий под элеватором. Цепь элеватора особым выступом захватывает крюк и поднимает свинью головой вниз над ванной. Когда горло свиньи подходит на уровень руки бойца, последний быстро делает глубокий прокол в горло свиньи, разрезывая крупные кровеносные сосуды. Кровь попадает в продолговатую ванну, находящуюся по пути движения свиньи, которая переталкивается элеватором на слегка наклонный воздушный путь и по нему продвигается до особого приспособления, находящегося над шаркой. Здесь свинью снимают и опускают в бак для ошпаривания (фиг. 1, А и фиг. 4).

Продолжительность операции подвешивания и убоя свиньи одним лицом определяется в 40 секунд, что дает 90 свиней в час, или 700 свиней в 8-час. рабочий день. Бак для ошпаривания м. б. железный или деревянный; последний лучше сохраняет тепло и безопасен при прикосновении. Согревание воды в баке производится пароструйным



Фиг. 4.

нагреванием системы Кертинга или же змеевиками на дне бака, что менее удобно, т. к. такое устройство затрудняет очистку бака. Дно бака не рекомендуется опускать ниже пола бойни. Трубу для выпускаемой из бака воды делают внизу, у одной из стен бака, и защищают вход в нее со стороны бака сеткой, чтобы не засорялась канализация. Снаружи бака, от вентиля, трубу отводят под пол и соединяют с общей канализацией фабрики. Температура воды для ошпаривания 63—65°. Высота бака—1,2 м, ширина—1,5 м; длина зависит от производительности бойни. Расстояние между баком и стенами бойни не должно быть меньше 1 м.

Продолжительность ошпаривания  $1\frac{1}{2}$ —2 минуты. Проба на готовность—легкость отделения щетины. Выемка туш из бака производится особо устроенными в конце бака граблями. На стоящем рядом столе тушу скребют, тщательно удаляя щетину. На ф-ках с большой производительностью устанавливаются особые машины для очистки туши от щетины. Эти машины имеют большую производительность; так, система инж. Гирструпа может пропускать в час до 250 туш. Все же после машины необходимы осмотр туш и удаление щетины вручную между ног и в других недоступных для машины местах. Очищенная туша, подвешенная на разное, с помощью рычага поднимается рабочим на подвесной путь и продвигается к обжигательной печи (фиг. 1, Б). Эта печь получила на наших ф-ках наименование «обжарки». Процесс обжигания туши имеет исключительно важное значение: без него не может быть хорошего бэкона, и все попытки обойтись без этого процесса не дали положительных результатов.

Обжигательная печь имеет форму вертикально поставленного цилиндра, раздвигаемого при помощи рычага на два полуцилиндра. Над печью помещаются колпак и вытяжка для газов, которые получают при обжигании. Стенки печи снаружи железные, а внутри выложены специальным огнеупорным кирпичом. У основания каждого полуцилиндра имеется форсунка для нефти. Температура печи в работе доходит до 1500°. Туша подводится по наклонному воздушному пути к печи, полуцилиндры раскрываются, и туша проталкивается до центра печи. После этого печь снова закрывают на 16—20 ск. В течение этого времени остатки щетины сгорают, кожа теряет влагу и твердеет. Передержка туши в печи вызывает трещины кожи, что понижает ценность товара, а недодержка понижает ее качество, что также отражается на цене. Поэтому обжигание является ответственным процессом и ведется обычно бэконным мастером. На больших фабриках обычно устанавливают у печи часы с крупными секундными стрелками. Весь процесс подачи туши в печь, двукратного раскрытия печи с приемкой и удалением туши и закрытия ее продолжается 30 секунд.

Выход туши из печи происходит автоматически: при раскрытии печи рычаг, удерживавший тушу в центре печи, отходит, и туша скользит по наклонному воздушному пути дальше, по другую сторону печи. Затем туша поступает под душ, находящийся над воздушным путем; тушу обмывают и скребют ножами добела. Так как эта работа более продолжительна, чем все предыдущие, то ею занимается несколько рабочих. Очищенная туша продвигается дальше и подходит к рабочему, вскрывающему брюшную полость. Он вынимает желудок и кишки, которые передаются в кишечную. Тушу поднимают дальше, и следующий рабочий вынимает «гусак» (легкие, печень и сердце) и подвешивает его на особую доску за определенным №, к-рый прикрепляется также к уху свиной туши. Одновременно ветеринаром делаются из разных частей туши (диафрагмы, языка и др.) срезы, которые помещаются в занумерованные теми же номерами, что туша и гусак, небольшие коробки, обычно находящиеся в ящике. По заполнении пробами коробок ящик передается в лабораторию фабрики для исследования. При обнаружении болезни (трихиноз, финноз) туша и гусак бракуются и поступают или в условно годное мясо (финноз), которое продается на ф-ке после проваривания под давлением, или бракуется совершенно и превращается в порошок, обезвреженный высокой  $t^\circ$ , для использования в качестве корма. Затем вынимают внутреннее сало, разрубают пополам тушу вдоль до головы, при чем позвоночный столб вместе с хвостом удаляют. После этого тушу передвигают на 12 часов в остывочную, где она теряет животную теплоту. Некоторые фабрики перед отправкой туши в остывочную производят взвешивание на особых весах, примкнутых к воздушным путям. На основании этого взвешивания ф-ки производят весовую сортировку туш и их классификацию. Этой

операцией заканчивается собственно убой. На американ. предприятиях в этой работе применяется конвейер. Туши движутся по путям автоматически, останавливаясь перед каждым рабочим на определенное время.

На фабриках с производительностью до 30—40 тыс. голов в год во всех перечисленных работах бывает занято 18 чел.

После удаления животной теплоты из туш в остывочной и отделения голов, к-рые вместе с гусакими отправляют в холодильник, на рынок или для дальнейшей обработки, половинки туш помещают на столы и приступают к дальнейшей их разделке: подравнивают ручной пилой концы ребер, отпиливают передние и задние ножки (при чем колени оставляют, чтобы при шприцевании не вытекал рассол) и после посола отпиливают «колени». От каждой половинки отрезают грудную кость с шейными позвонками и первым ребром, тазовые кости и лопаточную кость. Удаление лопаточной кости требует умения и большого внимания, так как она находится в толще мяса. Далее производится отделка каждой полутуши: зачистка краев мяса, сала, и вообще полутуше придается опрятный, красивый вид.

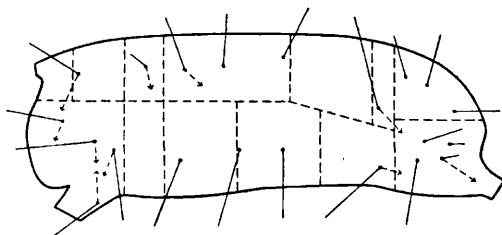
Подготовленные указанным образом туши вновь подвешиваются на пути и отправляются в холодильник. Холодильник не представляет каких-нибудь особенностей. Стены и потолки должны быть гладкие, чистые, без плесени. Трубы с охладителем помещаются у потолка. Кроме непосредственного охлаждения трубами, оно м. б. воздушное, через каналы. Охлаждение туш производится до +4, +5°, после чего туша подается в соляное отделение. Это отделение также охлаждается холодильными трубами, и  $t^{\circ}$  в нем не должна превышать +6°. Оборудование соляльни включает оцинкованные чаны с мешалкой для приготовления рассола, при чем они обычно находятся в особом помещении соляльни; бетонные или железобетонные чаны для посолки бэкона, высотой 1,2—1,3 м, опущены обычно на половину ниже пола и изолированы в земле от нагревания. Ширина и длина чанов определяются размерами соляльни и производительностью фабрики. Обычно чаны располагаются по сторонам, а середина остается свободной для работы.

Заготовка рассола—важный момент, который определяют результаты посола. В след. табл. сведены нек-рые имеющиеся в литературе и известные в практике рецепты:

Где принят рецепт	Соль	Сахар	Селитра	Анти-септич. вещество
	в весовых частях			
Англия . . . . .	100	10	10	10
Дания . . . . .	160	—	14	—
» . . . . .	100	10	4	—
» . . . . .	55	5	—	5
Ирландия . . . . .	100	10 (желт.)	4	1
СССР . . . . .	100	—	4	—

Приведенное количество составных частей растворяют в воде до 24° Вé и кипятят. Пену при кипячении снимают, затем рас-

сол охлаждают и тщательно фильтруют. Часть его идет для шприцевания, а другая для наполнения чанов при мокром посоле. Шприцевание бэкона производится полкой круглой иглой длиной 15 см с несколькими отверстиями в верхней ее части и с запирающим краном внизу. Игла соединена шлангом с ручным или приводным насосом. Рассол накачивают под значительным давлением, до 2—3 atm. В каждой половинке туши делают от 17 до 21 укола продолжительностью, достаточной для пропитывания мяса рассолом (фиг. 5). Вся шприцевка полутуши занимает ок. 2 м. После шприцевания



Фиг. 5.

полутуши кладут в чан (при мокром посоле) или в подвалы в штабеля (при сухом посоле). Половинки бэкона складывают в чанах одна на другую, кожей вниз. Перед укладкой в места, где вынуты лопатки, кладут соль. Заполняют чан половинками бэкона, уложенными друг на друга (не более 8 рядов), пускают в чан по трубам рассол. Нек-рые специалисты рекомендуют для рассола брать на 160 кг соли—14 кг калийной селитры и воды до 24° Вé. Бэкон оставляют в чанах при 5—6° в течение 5—6 дней, после чего его вынимают. Необходимо отметить, что рассол чанов используется несколько раз и чем больше, тем он ценнее, так как меньше вымывает питательных и вкусовых веществ из свинины при последующем употреблении, когда рассол принимает прозрачный красный цвет.

При сухом способе посола бэкон густо посыпают солью и складывают на решетках пола в подвалах с  $t^{\circ}$  5° одна на другую, кожей вниз, в количестве до 8 половинок, разделенных между собой небольшими деревянными перекладками ок. 30 мм в квадрате. После 10—12 дней лежания их перекалывают, при чем щетками счищают с поверхности всю соль и вновь оставляют на 5—6 дней для созревания бэкона, перемещая верхние полутуши вниз. В виду более быстрого оборота посола в чанах мокрый способ больше принят на практике; в Дании, например, работают только этим способом, тогда как в Англии предпочитают сухой способ, дающий бэкон несколько более высокого качества.

Вынутый из чанов бэкон просушивают и сортируют. Сортировка—важный момент, т. к. требования англ. рынка (оптовых фирм) к однородности закупаемого товара весьма значительны. Маркировка товара должна в точности отвечать номенклатуре, в виду чего на эту часть работы производители всегда обращают самое серьезное внимание. Сортировка товара по весу половинки бэкона

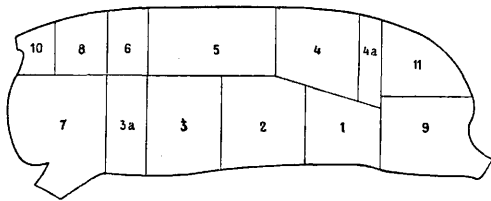
в английских фн. (1 англ. фн. = 453,6 г): 1) очень легкий—до 42 фн., 2) шестерик—42—48, 3) размерный—50—66, 4) средний—67—84, 5) тяжелый—84 и выше.

Каждая из приведенных групп бэкона разделяется на три подгруппы, а именно: 1) малосольная тощая (leanest)—с толщиной сала от 30 до 40 мм, 2) нормальная (lean)—с толщиной сала от 40 до 50 мм, 3) жирная (stout)—с толщ. сала выше 50 мм. Помимо указанной сортировки, качество бэкона устанавливается по запаху. Для этого используют триер, металлич. заостренный стержень. Его вонзают в мясные части бэкона по направлению к кости, быстро вынимают и обонянием устанавливают нормальность запаха. При плохом засоле на конце триера будет запах разложения, при недосоле—запах свежего мяса, при пересоле—сырой запах. Равномерно прослоенная жиром нежная мясная ткань и белое сало определяют высокое качество продукта. Нежный засол очень ценится и оплачивается высшей ценой. Перед упаковкой накладывают клеймо фирмы на лопатку, бочок и окорок. Клеймо выжигается особым аппаратом. Большею частью бэкон отправляется целыми половинками. Из С.-А. С. Ш. и Канады бэкон идет в ящиках весом ок. 500 англ. фн. (нетто) каждый, при чем вес половинок (как и вообще качество товара) подбирается однородный, согласно приведенной выше сортировке, и ящик внутри выстилается пергаментной бумагой. Кроме целых половинок, из Америки часто присылают бэкон, уже разрезанный на части, согласно приведенной ниже схеме разреза. В этом случае каждая часть аккуратно вложена в пергаментный мешок, завязана и имеет ярлык фирмы. Раньше прибавлялись при упаковке антисептические средства, но теперь это воспрещено. Остальные страны, экспортирующие бэкон, считают указанную упаковку слишком дорогой и вместо нее применяют перевозку бэкона в холщевых тюках. В каждый тук укладывают от 2 до 6 штук однородных половинок, в зависимости от их веса и в соответствии с приведенной выше сортировкой. При этом надо отметить, что при наличии различного товара количество сортов м. б. гораздо более приведенного. После укладки половинок холстина стягивается тонкими бечевками, а затем увязывается толстыми. Предпочтительна веревка из манильской пеньки, т. к. она не вытягивается. Концы веревки пломбируются. На тюках обозначают содержание и вес тюка, ставят порядковый № тюка и клеймо фирмы.

Как поступающий в Англию, так и остающийся в производящих странах бэкон часто подвергается копчению. Перед копчением залежавшийся бэкон раскладывают на столах, обдают теплой водой, тщательно очищают и просушивают. В нек-рых копильнях просушенный бэкон посыпают со стороны мяса просеянной гороховой мукой хорошего качества. После этого товар поступает в копильню. Последняя представляет герметически закрываемое невысокое помещение, к балкам к-рого приспособлены вешала. Половинки не должны соприкасаться между

собою. Посредине копильни разводится огонь; лучше пользоваться при этом опилками, можно и деревом, но не хвойным, в виду оставляемого им привкуса. Копчение продолжается три дня, после чего охлаждают бэкон, не прикасаясь к нему во избежание порчи внешнего вида. Выкопченный бэкон является твердым на-ощупь, цвет его—золотисто-коричневый.

Разрубка бэкона на розничном рынке производится по схеме, изображенной на фиг. 6. Отдельные части полутуши (по схеме) расцениваются в настоящее время на английск. рынке след. обр. (за английск. фн.). Передняя ножка и лопатка 7, бочок 1—7 пн.; оконечность загривка 10, загривок I сорта 8, тонкий



Фиг. 6.

бочок 2 и нижний окорок 9—1 шилл. 2 пн.; толстый бочок I сорта 3, верх толстого бочка 3a—1 шилл. 4 пн.; толстая спинка 6, угол окорока 11—1 шилл. 6 пн.; крестец 4, самый тощий крестец 4a, ребрышки I сорта 5—1 шилл. 8 пн. Приведенные схема и расценка представляют двойкий интерес, так как: 1) указывают, что именно в бэконной половине расценивается и оплачивается лучше и, следовательно, представляет высший вкусовой интерес, и 2) дают направление, в котором надо развивать экстерьер бэконной свиньи для получения более ценных сортов.

Утилизация отходов и отбросов бэконного производства поставлена на бэконных ф-ках Дании след. образом. Г о л о в ы разрубают вдоль особым механич. топором. М о з г и вынимают, собирают в железные цилиндры и отправляют на ф-ку лечебных препаратов в Франкфурт н/М., где из них готовят фосфористый фармацевтич. препарат; мозги отпускают с ф-ки по цене 1 р. 20 к.—1 р. 30 к. за кг. М ы ш о г о л о в ы частью солят (мокрым или сухим способом) и отправляют в Гамбург, где оно продается по цене около 200 р. за т; другая часть в свежем виде сбывается на местные рынки. При низких рыночных ценах из голов готовят колбасу для жарения, прибавляя к свинине телятину. В этом случае отходы—нос, уши, кости—поступают в деструкционный аппарат для переработки в муку (на американск. бойнях—для варки клея). Ж е л е з ы внутренней секреции упаковывают в бочки, с пересыпкой их опилками, и направляют на разные фабрики фармацевтических препаратов, где из них готовят лечебные средства. Цена желез на ф-ке—ок. 60 к. за кг. Я з ы к и легко просаливаются, укладываются в жестяные коробки с рассолом и экспортируются гл. обр. в Англию. К о п ы т а обрубаются ручной машинкой и идут для выварки клея. Н о г и

моются, очищаются, засаливаются в рассоле крепостью 18° Вё и отправляются для продажи в Гамбург, Испанию, Египет, по цене ок. 50 р. за т. П о ч к и слегка засаливают, а в теплую погоду упаковывают в бочки со льдом; по прибытии на рынок сбыта их вынимают и укладывают на полки с отверстиями, рассол стекает, и товар идет в продажу. Л е г к и е частично используются на фабричном колбасном за-де для приготовления кровяной и печеночной колбас, а гл. образом идут в деструкцион. аппарат, где сало вываривается и используется для технич. целей, ткань же идет для приготовления муки. П е ч е н ь идет частью в колбасы, частью для изготовления паштетов. Х р е б т ы продают местному населению. Фабричный колбасный з-д изготавливает колбасы из отбросов и обрезков: 1) колбасу из брюшины с прокладками второсортного мяса (прессованную); 2) паштеты из печени, зашеены, брюшины, сала; 3) кровяную колбасу; 4) печеночную колбасу.

Непрерывными подсобными предприятиями на ф-ках являются следующие. С а л о т о п е н н ы й з а в о д—перетапливает пищевое свиное сало; особым аппаратом сало развешивается и упаковывается в бумажные пакеты; шкварки, отжатые прессом, идут в утилизационный аппарат; часть сала упаковывается в очищенные мочевые пузыри. К р о в е с у ш и к а—высушивает кровь и изготавливает кровяную кормовую муку. У т и л и з а ц и о н н о е о т д е л е н и е—перерабатывает все отбросы; они вывариваются, сало удаляется и используется для технич. целей, а массу вываривают до превращения ее в сухое вещество, к-рое измельчается в порошок—кормовую муку. Кости также вывариваются. Полученный жир идет для технич. целей, а костное вещество высушивается, измельчается и идет в корм и для удобрения. Кишки отделяют от сальника, тщательно промывают и очищают от внутренней слизистой оболочки. Для этой очистки существуют машины, обрабатывающие в час до 6 км кишек. Чистые кишки засаливают, просушивают, укладывают в тюки (сухие) или в бочки с рассолом и применяют их в дальнейшем главным образом в колбасном деле, а частично для струнного или кетгуттового производства. Кишки служат у нас предметом экспорта. Ш е т и н а очищается, сортируется, вяжется в пучки и используется в щетинном и мебельном производствах.

Лит.: З а р о ч е н ц е в М. Т., Производство бакона, Л., 1926 (библиографич. указатель иностранной лит.—83 названия); А п а л ь к о в П. С., Производство баковой свинины и бакона (дополнено проф. Кулешовым), Москва, 1926; И л ь я ш е н к о М. А., Экспортные свиноводы и приготовление бакона, Москва, 1926. В. Брелавец.

**БЮДЖЕТ ВРЕМЕНИ**, результат особого рода бюджет. обследований, в которых, вместо прихода и расхода материальных ценностей данного хозяйства, семьи или отдельных лиц, учету подвергаются затраты этими лицами в р е м е н и на выполнение различных работ и на удовлетворение потребностей их в течение данного срока, наприм. за сутки, месяц или год. В целях получения полного приходо-расходного баланса использования данной группой лиц всего их

времени за обследуемый период учету подлежат не только трудовые затраты, но и все остальные, не исключая сна и отдыха. Это позволяет осветить условия труда и быта различных социальных групп с таких сторон, какие совершенно остаются в тени при бюджетных обследованиях обычного типа. Учитывая не только платный, но и никем не оплачиваемый домашний труд, Б. в. дает, прежде всего, довольно яркую картину разделения труда в семье между мужской и женской рабочей силой—того разделения, в к-ром на долю одних членов выпадает продажа рабочей силы на сторону и почетная роль «кормильцев» семьи, в то время как другие члены обречены лишь на бесплатное обслуживание первых и бесславную долю «иждивенцев». В то же время Б. в. позволяет установить, как велики накладные трудовые затраты в домашнем хозяйстве, которые необходимы на данной ступени общественного разделения труда для воспроизводства каждой единицы рабочей силы, предназначаемой на продажу. Конкретные данные Б. в. трудящихся в СССР вскрывают перед нами огромные задачи в области возможной рационализации домашнего труда, выдвигая в то же время не менее важную проблему соответствующей рационализации и трудового отдыха рабочих масс в интересах достижения более высоких ступеней культуры.

Пролетарская революция впервые создала у нас благоприятные условия для производства обследований бюджета времени трудящихся. Первое такое обследование в СССР произведено было в 1922 г., и с тех пор они повторяются почти ежегодно. В качестве образчика на столбцах 187—188 приводится таблица, составленная на основании 625 бюджетов времени индустриальных рабочих в 1923/24 году.

Даже в чисто пролетарских семьях труд по найму составляет по времени не более 36% общего итога обязательных трудовых затрат рабочей семьи. Отсюда понятно, какой ошибкой было бы игнорировать весь остальной труд только потому, что он не оплачивается. Но и помимо этого вывода, показанная в таблице структура Б. в. рабочей семьи представляет много интересного. Обращает, например, на себя внимание огромная перегрузка женщин домашним трудом, вследствие чего участие их в общественной деятельности в 3—4 раза ниже, чем мужчин, а затрата времени на чтение и другие занятия образовательного характера даже в 5 раз ниже, чем у мужчин. Еще больший интерес представляет сопоставление бюджета времени рабочих групп различного возраста и квалификации, а также сопоставление бюджета времени рабочих и крестьян, служащих различных категорий и других социальных групп, например учащихся, партийцев и т. д.

Лит.: С т р у м и л и н С., Бюджет времени русск. рабочего и крестьянина в 1922/23 г., М.—Л., 1924; е г о ж е, Рабочий быт в цифрах, М.—Л., 1926; Б у р д и с к и й И. М., Бюджет времени студента Татарск. коммун. ун-та, Казань, 1926; С б., «Труд, отдых, сон комсомольско-активиста», М.—Л., 1926; М е в з о с Г. М., К вопросу о нагрузке пионера (итог обследования бюджета времени пионера Дальне-Восточной области в 1925 г.), Хабаровск, 1925. С. Струмилин.

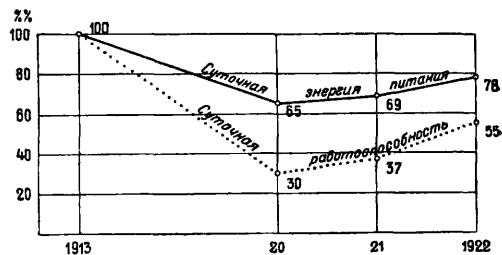
Месячный бюджет времени в рабочей семье (на 1 работника в часах).

Характер затрат	Зарабатывающие		Домашние хозяйки	Помогающие члены семьи		Все работники семьи		
	м.	ж.		м.	ж.	м.	ж.	оба пола
<b>I. Труд.</b>								
<b>А. Обязательный</b>								
<b>1. Производственный:</b>								
а) по найму, урочный . . . . .	192,6	191,4	1,1	—	—	179,7	66,7	117,7
б) » » , сверхурочн. . . . .	5,6	1,3	—	—	—	5,2	0,4	2,6
в) прочий . . . . .	15,1	23,0	58,6	44,8	12,3	17,1	43,8	31,8
<b>Итого по произв. труду . . . . .</b>	<b>213,3</b>	<b>215,7</b>	<b>59,7</b>	<b>44,8</b>	<b>12,3</b>	<b>202,0</b>	<b>110,9</b>	<b>152,1</b>
<b>2. Домашний:</b>								
а) приготовление пищи . . . . .	14,4	82,9	163,8	30,9	26,8	15,5	128,4	77,5
б) уход за помещением . . . . .	8,9	11,9	20,8	28,1	14,6	10,2	17,3	14,1
в) » » одеждой . . . . .	6,9	21,5	37,2	6,9	6,0	6,0	30,2	19,2
г) » » детьми . . . . .	5,3	18,4	57,3	3,3	54,7	5,1	43,0	26,0
д) » » собой . . . . .	19,0	17,3	19,4	24,4	24,3	19,4	19,0	19,2
<b>Итого по домашн. труду . . . . .</b>	<b>53,5</b>	<b>150,0</b>	<b>298,3</b>	<b>93,6</b>	<b>126,4</b>	<b>56,2</b>	<b>237,9</b>	<b>156,0</b>
3. Ходьба на работу . . . . .	20,9	20,4	0,1	—	—	19,5	7,1	12,7
4. Сношения с рынком . . . . .	9,2	6,9	16,9	8,5	2,2	9,1	12,7	11,1
5. Прочий обязат. труд . . . . .	3,2	1,8	0,7	26,6	1,9	4,5	1,2	2,6
<b>Итого обязат. труда . . . . .</b>	<b>300,1</b>	<b>394,8</b>	<b>375,7</b>	<b>173,5</b>	<b>142,8</b>	<b>291,3</b>	<b>369,8</b>	<b>334,5</b>
<b>Б. Свободный</b>								
1. Самовоспитание . . . . .	51,3	16,9	4,9	95,9	34,7	54,3	10,6	30,3
2. Обществен. деятельность . . . . .	9,0	5,5	0,6	4,4	0,3	8,7	2,3	5,2
<b>Итого свободн. труда . . . . .</b>	<b>60,3</b>	<b>22,4</b>	<b>5,5</b>	<b>100,3</b>	<b>35,0</b>	<b>63,0</b>	<b>12,9</b>	<b>35,5</b>
<b>Всего по А+Б . . . . .</b>	<b>360,4</b>	<b>417,2</b>	<b>381,2</b>	<b>273,8</b>	<b>177,8</b>	<b>354,3</b>	<b>382,7</b>	<b>370,0</b>
<b>II. Отдых.</b>								
А. Еда . . . . .	47,7	40,0	48,2	36,8	50,6	47,0	45,5	46,2
Б. Развлечения . . . . .	35,1	23,9	27,3	96,9	72,6	39,2	28,7	33,4
В. Религиозн. потребности . . . . .	1,5	3,1	5,9	2,4	17,3	1,5	5,5	3,7
Г. Бездеятельный отдых . . . . .	31,7	23,1	26,1	37,1	112,6	30,4	29,8	30,0
Д. Нераспредел. время . . . . .	5,3	—	0,1	9,9	13,1	7,8	0,2	4,2
<b>Итого на отдых . . . . .</b>	<b>121,3</b>	<b>90,1</b>	<b>107,6</b>	<b>183,1</b>	<b>266,2</b>	<b>125,9</b>	<b>109,7</b>	<b>117,5</b>
<b>III. Сон.</b>								
А. Ночной . . . . .	229,3	210,1	225,3	254,2	250,1	230,8	221,7	225,3
Б. Дневной . . . . .	9,0	2,6	5,9	8,9	25,9	9,0	5,9	7,2
<b>Итого на сон . . . . .</b>	<b>238,3</b>	<b>212,7</b>	<b>231,2</b>	<b>263,1</b>	<b>276,0</b>	<b>239,8</b>	<b>227,6</b>	<b>232,5</b>
<b>Всего за месяц . . . . .</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>	<b>720</b>
Удельный вес группы в % . . . . .	42	19	33	3	3	45	55	100

**БЮДЖЕТ РАБОЧИЙ**, состав, с одной стороны, всех доходов, с другой—расходов на содержание самого рабочего и его семьи. Основным показателем уровня благосостояния рабочего обычно считают данные о заработной плате. Однако их нельзя считать достаточными. Более полная и яркая характеристика достигнутого уровня благосостояния рабочего класса дается Б. р., в котором оценка происходящих изменений в положении рабочего связана не только с учетом его дохода, но и с изучением его потребления. Изучение Б. р. очень важно для уяснения истинного положения рабочего класса и для определения моментов, влияющих на работоспособность и производительность рабочего. В строении и динамике Б. р. отражается бытовой уклад рабочей семьи.

В зависимости от Б. р. находится прежде всего уровень питания рабочего. Существует определенный физиологич. минимум питания, необходимый для поддержания жизни человека и для его работы. Существует,

кроме того, определенная зависимость между характером работы и необходимой энергией питания (в калориях). Квалифицированный рабочий должен получать больше



белков, жить в более гигиенических и просторных квартирах, иметь больше отдыха и умственной пищи. Физиологич. зависимость между работоспособностью и энергией питания характеризуется помещенной выше диаграммой; здесь видно, что суточная работоспособность падает и растет быстрее

чем суточная энергия питания. В таком же отношении к производительности труда рабочего стоит и другая составляющая Б. р.—доля, идущая на оплату жилища. В условиях жилищного кризиса имеет большое значение и надлежачее использование доли Б. р., идущей на оплату квартиры, что, несомненно, влияет и на производительность труда. Исследование Б. р. за разные периоды в течение последнего десятилетия показывает, что в годы падения заработной платы уменьшается доля оплаты труда в бюджете рабочего и возрастает удельный вес других источников дохода (см. табл. 1). При

питания рабочей семьи: в период новой экономич. политики, с ростом заработной платы и общей массы бюджетных ресурсов рабочей семьи, центр тяжести питания переместился от объемистых и дешевых растительных продуктов к более ценным в физиологическом отношении и к более дорогим продуктам животного происхождения, — и питание рабочего в настоящее время уже превышает довоенные нормы. Точно так же, даже в один и тот же период времени, состав питания изменяется в различных хозяйствах в зависимости от их достатка: чем выше экономич. группа рабочих, тем меньше

Табл. 1.—Приходный бюджет семейных рабочих.

Статьи прихода	В среднем на 1 хозяйство в бюдж. рублях					В % к итогу				
	ХII	ХI	ХI-ХII	ХI	ХI	ХII	ХI	ХI-ХII	ХI	ХI
	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.
Зараб. плата главы и членов семьи по основному занятию	24,65	30,66	33,51	42,39	41,68	78,4	82,1	74,8	80,9	81,8
Социальное страхование . . . . .	0,19	0,77	1,46	2,61	2,57	0,6	2,0	3,3	5,0	5,1
Приработки главы и членов семьи . . . . .	0,79	0,79	0,66	0,69	0,66	2,5	2,2	1,5	1,3	1,2
Прочие поступления . . . . .	5,81	5,14	9,15	6,71	6,07	18,5	13,7	20,4	12,8	11,9
<b>Всего . . . . .</b>	<b>31,44</b>	<b>37,36</b>	<b>44,78</b>	<b>52,40</b>	<b>50,98</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

росте заработной платы доля ее в Б. р. возрастает за счет сокращения других, т. н. отрицательных, источников. Анализ строения расходного Б. р. показывает, что с увеличением уровня Б. р. уменьшается относительная доля затрат на удовлетворение

потребляет она дешевых и объемистых продуктов (ржаной хлеб, картофель) и тем больше у нее потребление более питательных и, особенно, животных продуктов (пшеничная мука, мясо, молочные продукты, яйца, рыба). Эволюция бюджета рабочего за

Табл. 2.—Расходный бюджет семейных рабочих.

Статьи расхода	В среднем на 1 хозяйство в бюджетных рублях					В % к итогу				
	ХII	ХI	ХI-ХII	ХI	ХII	ХII	ХI	ХI-ХII	ХI	ХI
	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.
Помещение . . . . .	0,54	1,45	2,34	2,96	3,39	1,7	3,9	5,3	5,7	6,7
Отопление и освещение . . . . .	3,77	4,11	3,68	3,38	3,43	12,2	11,2	8,2	6,5	6,8
Питание . . . . .	14,16	15,52	20,67	23,43	23,00	46,0	42,3	46,3	44,8	45,6
Спиртные напитки . . . . .	0,09	0,15	0,42	1,10	1,21	0,4	0,4	0,9	2,0	2,4
Табак, папиросы, спички . . . . .	0,40	0,57	0,61	0,65	0,64	1,2	1,6	1,4	1,2	1,3
Хоз. вещи и обстановка . . . . .	0,32	0,67	1,12	1,55	1,55	1,1	1,8	2,5	3,0	3,1
Одежда и наряды . . . . .	7,70	10,22	9,38	12,91	10,57	25,0	27,9	21,0	24,8	21,0
Гигиена и лечение . . . . .	0,36	0,27	0,33	0,42	0,41	1,2	0,7	0,7	0,8	0,8
Культ.-просв. и соц.-полит. потребности . . . . .	1,25	1,63	2,32	1,98	2,23	4,1	4,5	5,1	3,6	4,4
Проч. потребности . . . . .	2,18	2,09	3,79	3,96	4,00	7,1	5,7	8,6	7,6	7,9
<b>Всего . . . . .</b>	<b>30,77</b>	<b>36,68</b>	<b>44,66</b>	<b>52,24</b>	<b>50,43</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

элементарных физических потребностей рабочего и увеличивается доля расходов на удовлетворение других потребностей. Бюджетные обследования 1918—1927 гг. показали, что с падением заработной платы резко повышалась доля расходов на питание; с восстановлением же упавш. уровня оплаты труда произошло и восстановление нормального строения Б. р. (см. табл. 2).

В различных экономич. группах рабочих строение расходного Б. р. неодинаково: в более высоких группах расход на питание и жилище меньше, а на одежду и прочие нужды выше, чем в более низких группах. В связи с происходившим непрерывным повышением уровня бюджета рабоч. за последние годы произошли резкие сдвиги и в составе

Табл. 3.—Изменение суточного питания рабочих в калор. на 1 взросл. едока.

Питательные вещества	Довоенное обследов.	Обследов.	Обследов.
		в декабре 1922 года (средн.)	в ноябре 1926 года (средн.)
в г р а м м а х			
Белки . . . . .	73,43—112,37	96,58	118,3
В том числе животн. происх. . . . .	10,47—39,53	12,49	41,7
Жиры . . . . .	30,77—54,93	49,11	61,0
В том числе животн. происх. . . . .	7,53—36,26	11,43	31,8
Углеводы . . . . .	504,79—593,10	722,30	641,0
<b>Всего в калор. . . . .</b>	<b>2907—3341</b>	<b>3814</b>	<b>3680</b>



период 1922—1926 гг. характеризуется основными данными (см. табл. 3).

Лит.: По л л я н Г., статьи в «Экон. обзор», март и октябрь, М., 1927; С м и т М., статья в ВСЭ, т. 8; Ка б о Е. О., Питание русского рабочего до и после войны, Москва, 1926; М и х а л е в с к и й Л., Рабочий бюджет, Л., 1926; С т о п а н и А. М., Нефтепромысл. рабочий и его бюджет, М., 1924; С о л н ц е в С., Рабочие бюджеты в связи с теорией обеднения, М., 1924; Р а б и н о в и ч А., Проблема производительности труда, М.—Л., 1925; Г и н з б у р г А. М., К вопросу о производительности труда и заработн. плате в промышленности, М.—Л., 1924. А. Рабинович.

**БЮДЖЕТНЫЙ ИНДЕКС**, особая форма статистическ. показателя, имеющего целью учесть изменения уровня жизни трудящихся. Индекс, или показательное число (index-number), есть отношение цены одного календарного срока к цене другого календарного срока, принятой за единицу. Индекс может или исчисляться на основании цены одного товара, и тогда он представляет собой индекс ситца, чугуна и т. д., или же выводиться из цен целой группы товаров. Тот период, с к-рым сравнивают данный индекс, называется базой индекса. Для исчисления Б. и. нужно вычислить среднюю из отношений разных товаров, взвесив их по особым коэффициент-весам. Самый процесс взвешивания имеет целью при выведении средней величины учесть различное значение составных элементов расчета. При выведении простой средней (средн. арифметич.) общая сумма всех величин делится на число их; при выведении же средней взвешенной каждая отдельная составляющая данного явления умножается на коэфф., выражающий значение этой составляющей наряду с другими. Такой прием усиливает влияние на конечный результат того явления, которое встречается в наибольшем числе случаев. Взвешивание в Б. и. должно определить относительную значимость каждого отдельного товара, входящего в состав рабочего потребления. Относительное значение каждого товара определяется по размерам фактического потребления, исчисляемым на основании бюджетных обследований. По мере улучшения благосостояния рабочих меняется удельный вес отдельных расходов: относительно ослабляется доля питания и расходов первой необходимости и возрастает доля одежды, культурных и др. расходов. В соответствии с этим бюджет. индекс раз в 1—2 года пересматривается. Смотри по цели исчисления подбирается тот или иной состав товаров. Б. и. имеет целью изучение изменения цен на товары рабочего потребления, и в круг наблюдения включаются товары, входящие в состав *бюджетного набора* (см.). Исчисление производится по розничным ценам, так как по этим ценам покупает рабочая семья свои продукты потребления. Б. и. исчисляется по отдельным городам, областям, республикам, а также по всему СССР, и является частным случаем исчисления розничного индекса, учитывающего изменения уровня розничных цен. Имея данные о номинальной заработн. плате и разделив ее на Б. и. (т. е. на размер вздорожания), можно получить представление о действительн. уровне жизни рабочих.

Исчисление Б. и. в СССР началось с 1918 г., когда по всей стране была органи-

зована регулярная регистрация цен главнейших товаров. В последующие годы, с улучшением статистики цен, исчисление Б. и. подверглось некоторым изменениям. Регистрация цен производится местными профессиональными союзами, а само исчисление сосредоточено в Центральном бюро статистики труда при Всесоюзн. центр. совете проф. союзов и публикуется в журнале «Статистика труда» и других периодических изданиях. Движение Б. и. по СССР за последние годы было следующее (считая 1913 г. за базу = 100,0): 1922/23 г.—146,6; 1923/24 г.—195,7; 1924/25 г.—197,4; 1925/26 г.—218,0; 1926/27 г.—215,0. Конъюнктурным ин-том Наркомфина производится исчисление крестьянского индекса по группе производимых и продаваемых крестьянством товаров. Такой индекс является по своему типу Б. и. крестьянского хозяйства.

Из иностранных можно отметить Б. и., исчисляемые: Bureau of Labour Statistics—для С.-А. Соед. Штатов, «Labour Gazette»—для Англии, Statistisches Reichsamt и Курчинским (частный Б. и.)—для Германии.

Лит.: Ф р е й м а н Л., Индексы стоимости жизни и методы их исчисления в разных странах, М., 1925; И г н а т е в М. В., Конъюнктура и цены, М., 1925; С м и т М. Н., Динамика кризисов и положение пролетариата, Москва, 1927. Я. Улицкий.

**БЮДЖЕТНЫЙ НАБОР**, тот продовольственный паек, к-рый принимается для исчисления *бюджетного индекса* (см.). Один из способов исчисления Б. и. заключается в том, что средняя современная стоимость пайка делится на довоенную стоимость (всероссийскую), определенную из довоенных московских цен с известной скидкой на более низкий уровень цен в провинции. Размер Б. и. определяется из бюджетных обследований рабочих. В состав Б. и. входят предметы питания (мука ржаная, мука пшеничная, крупа, картофель, мясо, молоко, овощи, сахар), предметы первой необходимости (сапоги, мануфактура, табак, мыло, керосин, дрова). Кроме этого еще входят коммунальные услуги (квартира, электричество, вода, трамвай) и культурно-просветительные расходы (газета, кино). По мере улучшения жизни изменяется Б. и., и он периодически пересматривается. Для правильного суждения об уровне жизни рабочих сравнительно с довоенным положением нужно учесть дополнительные элементы рабочего бюджета: пониженную квартирную плату и социальное страхование. Б. и. и бюджетный индекс дают представление об изменении условий жизни рабочего средней квалификации. Для изучения же условий жизни рабочего высшей квалификации и служащих (особенно специалистов) Б. и. не характерен, так как в него не включаются продукты потребления групп наемного труда, оплачиваемых выше. Дифференцированные Б. и. не исчисляются в СССР.

Лит.: см. *Бюджетный индекс*. Я. Улицкий.

**БЮИС-БАЛЛО ЗАКОН** (Buys-Ballot) устанавливает зависимость между распределением давления атмосферы, с одной стороны, и направлением и силой ветра—с другой. Он гласит: «Если мы станем так, чтобы ветер дул в спину, то слабое давление находится наверху, немного впереди, а высокое

давление — направо, немного сзади. В южном полушарии — наоборот». В северном полушарии воздух движется по направлению часовой стрелки вокруг барометрич. максимума, исходя из последнего, и в обратном направлении — вокруг барометрического минимума, устремляясь к его центру. Закон этот объясняется стремлением воздуха из областей высокого давления двигаться в области низкого давления, при чем под влиянием вращения земли путь движения воздушных масс в северном полушарии отклоняется направо, а в южном — налево.

Отклонение ветра от направления места наименьшего давления (направление градиента) называется углом отклонения. Если барометрический минимум, лежащий на С. от какого-нибудь места, двигается в восточном направлении (что в большинстве случаев наблюдается в Европе), флюгер, как видно из вышеприведенного закона, будет передвигаться по часовой стрелке от В. к Ю. на З. и С., согласно закону, установленному Дове для вращения ветра. Флюгер какого-нибудь данного места под влиянием мимоидущего барометрического минимума или максимума будет перемещаться в одном направлении с движением вихревых образований, наблюдаемых с данного пункта. Когда барометрический минимум проходит через данное место, флюгер при его приближении не изменяет своего положения или изменяет очень немного. По прохождении минимума флюгер тотчас же принимает противоположное направление и после небольшого отклонения удерживает его.

Лит.: Рахманов Г. К., Основы метеорологии, М.—Л., 1925; Клоосовский А. В., Основы метеорологии, 3 изд., Одесса, 1918; Лачинько в Д., Основы метеорологии, 2 изд., СПб., 1895.

#### **БЮРО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА,**

см. *Организация производства.*

#### **БЮРО ПРЕДЛОЖЕНИЙ** на предприятии:

1) принимает от рабочих и служащих предложения, направленные к улучшению производства, 2) рассматривает эти предложения с точки зрения возможности их осуществления и 3) определяет размеры премирования их авторов. Этот метод использования изобретательской мысли рабочих и служащих в целях рационализации производства впервые получил широкое применение в С.-А. С. Ш. На многих предприятиях, особенно на металлообрабатывающих, существуют Б. п. Предложения, в виде краткого описания с необходимыми схемами, поступают в Б. п. Копия посылается на экспертизу в соответствующий производственный отдел предприятия. Заведующий производственным отделом (цехом, мастерской) в установленный срок дает свое заключение об экономической и технической целесообразности предлагаемых улучшений, касающихся, обычно, отдельных небольших участков производственного процесса, частичных конструктивных усовершенствований действующих машин-орудий, повышения безопасности труда и т. п. Заключение производственных отделов рассматриваются в Б. п. (или в заменяющих их специальных периодически собирающихся экспертных комиссиях). Если заключение мало обосновано, либо мнения в Б. п. (или среди членов

комиссии) расходятся, предложение может быть передано на дополнительную экспертизу кому-либо из посторонних компетентных лиц. Отклоненные предложения, по просьбе автора, м. б. рассмотрены вторично. При нескольких однородных предложениях принимается к осуществлению и премируется наиболее рациональный вариант. В З. Европе руководители предприятий, учитывая решающее значение квалифицированной и систематической научно-исследовательской и конструкторской работы в деле технического развития промышленности, вместе с тем недооценивают рационализирующее влияние мелких изобретений и улучшений, вносимых отдельными работниками в порядке их собственной инициативы. В тех случаях, когда система предложений находит себе применение и в зап.-европейских условиях, она ничем не отличается от описанной выше.

В СССР задача использования массового фабрично-заводского изобретательства во всей широте стала перед промышленностью, начиная с 1925/26 г. Наряду с усилением научно-технич. работы в исследовательских ин-тах, в крупнейших трестовских и фабрично-заводских лабораториях, в конструкторских и проектировочных бюро обращено особое внимание на развитие рабочей рационализаторской инициативы, проявляющейся в виде конкретных изобретений и предложений в целях улучшения техники и организации производства. Основные принципы осуществляемой в СССР системы предложений таковы. На всех промышленных предприятиях создаются экспертные комиссии для установления технич. и экономич. целесообразности предложений и для определения размера и порядка премирования. Экспертные комиссии образуются из представителей заводоуправления, фабрично-заводского комитета и местной инженерно-технической секции. Предложения рассматриваются в порядке их поступления, в двухнедельный срок. Направляя предложение на испытание, экспертная комиссия должна установить для него предельный срок. Одним из основных принципов наиболее распространенной в СССР системы поощрений является премирование авторов в соответствии с размерами экономии, которая ожидается от применения предложения. На размер премии должны влиять также следующие признаки: 1) новизна идеи, 2) производственное (техническое и экономическое) значение предложения, 3) простота и легкость осуществления его, 4) размер предварительных затрат, произведенных автором при разработке предложения. Премиированию подлежат все конкретные изобретения и улучшения, практическое осуществление которых может иметь последствием: 1) увеличение производительности предприятия, 2) уменьшение себестоимости, 3) улучшение качества продукции, 4) уменьшение опасности и вредности работ, 5) улучшение условий труда. Для выдачи премий, а также для проведения мероприятий, связанных с оформлением предложений в виде чертежей, моделей, опытных установок и т. п., на предприятиях выделены специальные денежные фонды из единовременных

ассигнований заводоуправления (например в размере  $\frac{1}{15}\%$  годовой заработной платы всех рабочих и служащих данного предприятия), к-рые затем пополняются отчислениями от получающейся экономии по каждому принятому предложению. Обычно размер премии меньше суммы отчисления в фонде по данному предложению, так как в фонде должны оставаться средства и на другие, кроме премий, мероприятия по содействию изобретательству. Размер премий колеблется между 20 и 500 р. Наибольшее развитие работа экспертных комиссий получает в металлообрабатывающей, текстильной, электротехнической, деревообделочной и некоторых других отраслях промышленности.

Среди распространенных в СССР форм содействия фабрично-заводскому изобретательству большое значение имеет организация на предприятиях технических консультаций, составляющих неразрывное целое с описанной выше системой предложений. Обычно в задачи технич. консультаций входят советы по существу предложенной идеи, указания и помощь в составлении чертежей, а также технич. и экономич. расчетов, уточнение технич. формулировки предложений, указания при опытных испытаниях и т. д. Работа консультаций, как правило, происходит в нерабочее время, в установленные часы. Порядок этой работы, постановка дела консультации на предприятии, состав консультантов — вся организационная сторона деятельности технической консультации определяется экспертной комиссией и проводится в жизнь заводоуправлением данного предприятия.

Лит.: «Вестник комитета по делам изобретений», Л., 1927, 1—12; Циркуляры ВСНХ СССР и ВЦСПС: от 18/VII 1926 года—«О мерах содействия фабрично-заводскому изобретательству», от 24/II 1927 года—«Об организации экспертных комиссий и премировании за изобретения и улучшения», от 30/III 1927 года—«О технических консультациях». Л. Шухгальтер.

**БЯЗЬ**, хл.-бум. ткань гроденаплевого переплетения, род грубого или тяжелого миткаля. Как стандартный сорт бязь входит главным образом в состав миткалево-бязевой группы (набивные и гладкоцветные бязи) и бельевой группы (бязь отбельная). Набивные и гладкоцветные бязи вырабатываются «под ситец» из бязевого суровья, но имеют меньшее разнообразие в сортах, красках и рисунках, чем ситцы.

Набивные Б. печатаются или с одной стороны или с двух; употребляются на рубашки, кофты, юбки, детские костюмы и т. п. Гладкоцветная Б. иногда бывает с небольшим начесом на изнанке; идет большей частью на рабочие костюмы, куртки, блузы, а также для некоторых видов верхнего женского платья. Как специальный товар вырабатывается бязь немецкая, соответствующая кубовому ситцу. Эта Б. по кубовому полю набивается простым, несложным рисунком; потребляется главным образом на Юге и в Поволжье, где идет на женские платья.

Б. отбельная выпускается лощеной отделки, не колоченной, имеет ширину до 142 см, складывается, как миткаль или как мадаполам. Такая ткань иногда называется холстом бумажным; употребляется гл. образ. как материал для простынь. Бязь отделанная имеет суровый вид, жесткую отделку с легким пушком на изнанке. При более мягкой отделке и особой широкой складке Б. получает название тифлисской. Как обыкновенная, так и тифлисская бязь в большом количестве идет на белье для населения и для армии.

Б. вырабатывается б. ч. из основы № 24 и утка № 20. Ширина суровья колеблется в пределах от 71 до 172 см; плотность по основе—от 48 до 70 ниток на 1 дм., по утку—от 46 до 60 ниток на 1 дм. Стоимость нек-рых сортов Б. по прейскуранту Всеобщего текстильного синдиката на 1927 г. (цены франко-Москва) установлена за 1 м: Б. набивной односторонней, при ширине суровья 71 см и минимальной ширине готового товара 62 см—от 31 $\frac{1}{2}$  до 37 $\frac{1}{2}$  коп.; Б. набивной двусторонней, при той же ширине—от 33 $\frac{1}{2}$  до 39 $\frac{1}{2}$  коп.; Б. гладкого крашения индиго и сернистого крашения, той же ширины—36 $\frac{1}{2}$  коп.; Б. отбельной, при ширине суровья 71 см и готового товара 62 см—32 коп.; бязи отбельной, при ширине суровья 142 см и готового товара 130 см—81 коп.

Лит.: Монахов А., Бумагопрядение и ткачество, Л., 1926; Никитинский Я. и Петров П., Товароведение, т. 3, Л., 1924; Лапин А. и Шелехов Н., Хл.-бум. мануфактура и торговля ею в кооперативах, М., 1920; Тихомиров М., Строение и анализ хл.-бум. тканей в связи со способами их изготовления, Иваново-Вознесенск, 1926; сборн. «Хлопковое волокно», М., 1927. Н. Капцов.

## В

**ВАГОН СБОРНЫЙ.** Груз можно предъявлять к перевозке по ж. д. не только в размере целого вагона, но и в меньших размерах. Получая к перевозке такие т. н. мелочные грузы, ж. д., для лучшего использования вагонов, подбирает эти грузы по направлениям или станциям и загружает их в один вагон, к-рый носит название сборного вагона. По пути следования, на станциях назначения той или иной отправки происходит отгрузка сборного вагона.

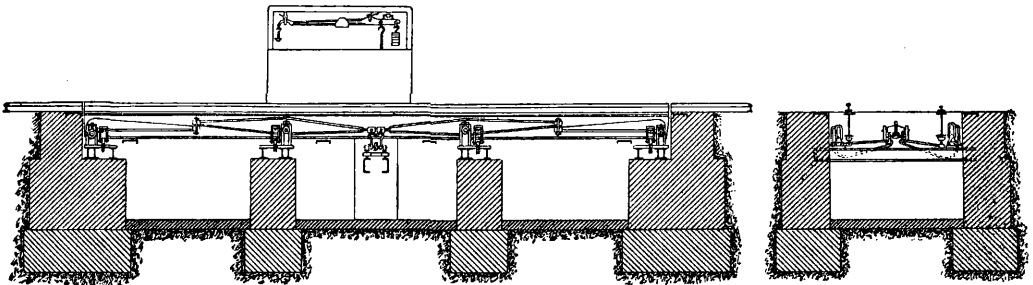
**ВАГОН СРОЧНОГО ВОЗВРАТА.** Если ж.-д. вагон после разгрузки д. б. возвращен на ту же дорогу, где он был погружен, то в таком случае он называется В. с. в. На нашей сети к В. с. в. принадлежат вагоны изотермические, цистерны, специальные вагоны для той или иной перевозки, а также вагоны, принадлежащие не железным дорогам, а грузоотправителям. На таких вагонах ставится надпись «срочный возврат». На возвращение установлены определенные сроки. В. с. в. следуют обратно по тому же пути, по к-рому они двигались в грузе. Допускается загрузка при возвращении, но не далее дороги, к которой В. с. в. приписан. Вопрос о В. с. в. регламентирован «Общим соглашением между ж. д.».

**ВАГОННЫЕ ВЕСЫ,** специальные весы для определения веса подвижного состава, нагруженного или без груза.

Составные части В. в.—платформа и подплатформенный рычажный механизм с оп-

странены на ж. д. весы системы Фербенкс. Главнейшую часть указательного прибора составляет так назыв. коромысло, на длинном плече которого нанесены деления веса и помещается передвижная гиря, уравновешивающая взвешиваемый груз. Короткое плечо коромысла соединено тягой с подплатформенным рычажным механизмом. Схему вагонных весов см. на фиг.

Платформа В. в. представляет собой прочную, металлическ. раму, состоящую из двух двутавровых балок (обычно № 40), скрепленных двумя или более жесткими поперечными связями; сверху рама покрыта листовым рифленным железом толщиной 8 мм, а по верху настила, по долевой оси балок, укрепляется пара рельсов. К нижним полкам балок прикрепляются особые подушки со стальными вкладышами или вилкообразные лапы, которыми платформа опирается на подплатформенные рычаги. Подплатформенный механизм состоит из двух или более пар симметрично расположенных поперечных (так наз. главных или грузоприемных) рычагов. Последние, представляющие собой рычаги 2-го рода, соединены последовательно особыми хомутами с одним или несколькими продольными рычагами 1-го и 2-го рода (вспомогательными или передаточными). Конец последнего передаточного рычага посредством тяги соединен с коротким плечом коромысла. Сочленения, в которых происходят колебания рычагов, состоят из



рами для осей качания рычагов — помещаются в общей фундаментной яме, а указательный прибор, заключаемый в особую будку, укрепляется на выступе долевой стенки фундаментной ямы. Наиболее распро-

стальных призм, опирающихся острыми ребрами на стальные подушки. Материалом для рычагов служат: чугун, железо, литая сталь. При всякой системе расположения подплатформенных рычагов давление

находящегося на платформе взвешиваемого груза должно равномерно распределяться и передаваться грузоприемным рычагам в точках их соприкосновения с платформой; число точек соприкосновения всегда четное и не м. б. менее четырех. Давление, испытываемое грузоприемными рычагами, передается в уменьшенном, соответственно отношению их плеч, размере передаточным рычагам и от них через тягу последнего передаточного рычага на короткое плечо коромысла, уравновешиваясь весом гири, передвигаемой по длинному плечу коромысла. Таким образом давление  $p$ , действующее на тягу короткого плеча коромысла, в зависимости от числа подплатформенных рычагов и отношений их плеч, всегда во много раз меньше веса взвешиваемого груза и выражается величиной:

$$p = \frac{1}{n_1} \cdot \frac{1}{n_2} \cdot \frac{1}{n_3} \cdot q,$$

где  $q$ —вес взвешиваемого груза,  $n_1, n_2, n_3$ —отношения длинных плеч подплатформенных рычагов к соответствующим коротким. В вагонных весах взвешиваемый груз уравновешивается постоянным весом одной гири, прилагаемой в разных точках длинного плеча коромысла; вес этой гири  $P = Q \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{c}{h}$ , где  $Q$ —грузоподъемность весов,  $n$ —общее отношение плеч подплатформенных рычагов,  $c$ —длина короткого плеча коромысла,  $h$ —длина шкалы на длинном плече коромысла.

Правильно сконструированные и изготовленные В. в. должны быть верными, чувствительными, устойчивыми и прочными; плавность, длительность и медленность колебаний коромысла служат показателем правильной сборки и устройства всех составных частей механизма весов. Вагонные весы считаются верными, если при испытании их предварительно выверенным (контрольным) грузом погрешность показаний В. в. не превосходит  $\pm 0,1\%$  веса этого груза. Части В. в. рассчитываются с 50%-ным запасом прочности. Длина платформы В. в. должна соответствовать длине грузового вагона и потому бывает от 7,3 до 10,36 м для нормального подвижного состава, 14,3 м для длинного большегрузного состава и 17 м для сцепленных платформ (сцепов).

Так как на коротких весах весьма трудно производить правильное взвешивание большегрузных вагонов (в два приема), а на длинных весах невозможно взвешивать нормальный состав без отцепки и откатки соседних вагонов, то устраиваются двойные и тройные В. в. Двойные весы состоят из установленных в одном общем фундаментном котловане двух самостоятельных В. в., нагрузка которых в случае надобности может при помощи особого переключателя передаваться на одно общее коромысло, указывающее в этом случае сумму нагрузок обеих платформ. Весовым платформам сообщаются такие размеры, чтобы каждая из них в отдельности или сумма их соответствовала длине обращающегося на дороге подвижного состава; т. о. на той или другой платформе или на обеих вместе м. б. помещены во время взвешивания все колеса только

данной взвешиваемой единицы. Тройные вагонные весы имеют такое же устройство и действие, как и двойные.

В. в. конструируются: а) обыкновенные, с одной парой рельсов, предназначенные только для взвешивания; такие весы устанавливаются на специальном коротком пути, отнюдь не тупиковом, примыкающем через посредство двух стрелочных переводов к рабочим путям; б) оборудованные двумя путями: одним—для свободного пропуска и маневрирования паровозов и другим—для пропуска взвешиваемых составов; в) снабженные особыми устройствами, которые включают подплатформенные рычаги из действия или смягчают толчки паровоза при проходе последнего через весовой путь.

Применение В. в. представляет большие выгоды для железнодорожного хозяйства, сокращая время простоя подвижного состава, что особенно сказывается при погрузке, выгрузке и взвешивании таких грузов, как зерновые, наливные, уголь, руда, соль, сено, хлопок, дрова, лесные, металлические и другие строительные материалы и т. п. Оборудование пунктов предъявления к перевозке перечисленных грузов В. в. и содержание последних в исправном состоянии составляют одну из важных задач ж. д.; отсутствие В. в. в означен. пунктах вызывает недогрузы, перегрузы, отцепки на популярных станциях для перевески и т. п. явления, затрудняющие правильную коммерческую и техническую эксплуатацию ж.-д. транспорта.

Производство В. в. в СССР организовано на трех государственных з-дах: в Ленинграде, Москве и Одессе. В данное время на железных дорогах СССР находятся в действии около 1 850 вагонных весов.

В З. Европе и Америке применяются также циферблатные В. в., в к-рых указательное коромысло в целях ускорения работы заменено циферблатом; здесь вес указывается стрелкой автоматически, без участия весовщика. Производство циферблатных вагонных весов в СССР находится в стадии подготовительной разработки.

Лит.: см. *Весы*.

Н. Афанасьев.

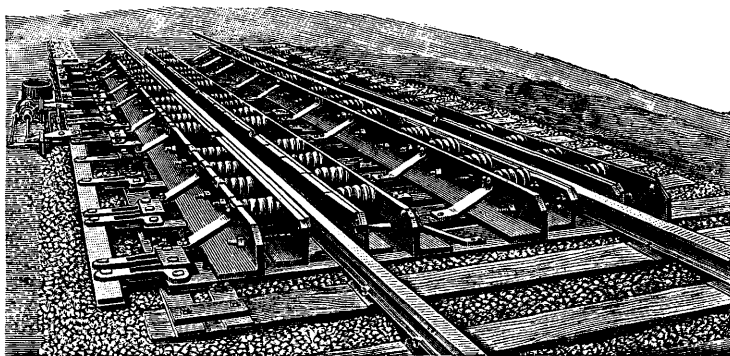
**ВАГОННЫЕ ЗАМЕДЛИТЕЛИ**, механич. приспособления для затормаживания в надлежачий момент вагона, катящегося с горки (см.), при сортировке вагонов на больших сортировочных станциях. Такой способ торможения значительно проще, дешевле, быстрее и безопаснее, чем торможение при помощи башмаков (см. *Башмаки тормозные*). Первая установка этого рода в Америке была выполнена на станции Джобсон, близ Чикаго, в конце 1924 года; в первый же год своего существования она показала свою рентабельность, как это видно из таблицы, помещенной на ст. 201.

Получилось почти 40% сбережений, не считая уменьшения расходов вследствие сокращения случаев аварий с вагонами и порчи груза в них. В результате вся установка, несмотря на сравнительно высокую стоимость ее (около 500 000 долл.), окупилась менее чем в три года. Это заставило дороги интенсивно вводить В. з., и уже к 1 января 1926 года в Северо-Американских Соединенных Штатах функционировало 7 станций,

Сравнительные данные о расходах по сортировке ж.-д. вагонов на станции Джибсон (в долл.).

Наименование статей	Февраль 1924 года (без В. з.)	Февраль 1923 года (с В. з.)	Получено сбережений
Рассортировано вагонов . . . . .	42 534	45 283	—
Стоимость содерж. паровозов . . . . .	19 320	14 149	5 171
» персонала . . . . .	13 959	7 689	6 270
» энергии . . . . .		1 125	-1 125
Расход по оплате за увечья . . . . .	2 263	55	2 208
<b>Всего . . . . .</b>	<b>35 542</b>	<b>23 018</b>	<b>12 524</b>
На один вагон . . . . .	0,836	0,508	0,328

оборудован. по этой системе, с 225 путями, а в постройке было еще около 20 устройств.

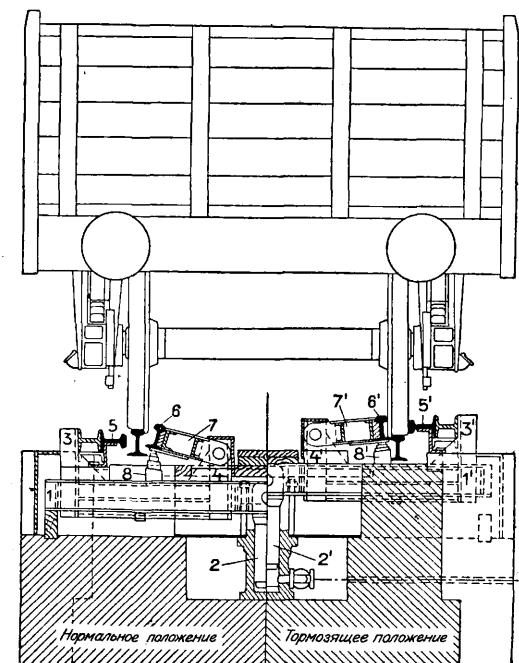


Фиг. 1. Вагонные замедлители.

В. з. американской системы представляют собой металлич. тормозящие шины (балки), к-рые расположены с обеих сторон каждого рельса пути параллельно ему (фиг. 1). Шины эти помощью сильных спиральных пружин прикреплены к другим шинам (углового сечения), которые при посредстве ряда рычагов и т.д. соединены с электрическим или пневматическим двигателем. Манипулируя последним, можно тормозящие шины придвигать к рельсу на 6 или м. близкое расстояние; так. образом производится давление на боков. поверхности колес, находящихся в этом месте на рельсах, и, следовательно, вагон тормозится с большей или меньшей силой. Управление этим В. з. обычно сосредоточено в районе сортировочной станции на ряде постов (фиг. 2), откуда благодаря их высоте можно хорошо видеть всю обслуживаемую ими территорию станции. Стрелочник имеет в

своем распоряжении ряд рукояток, к-рыми он может приводить в действие двигатели В. з. Ставя рукоятку в то или иное положение, он регулирует степень нажатия на колеса согласно с характером нагрузки каждого вагона (относительно которой он заблаговременно получает ведомость) и с условиями погоды.

В Германии опыты механизации сортировочной работы ведутся с 1914 г. Здесь наиболее удачной признана система Фрелиха (фиг. 3), состоящая из поперечной балки 1 (1'), укрепленной на гидравлич. поршне 2 (2'), который может перед проходом вагона поднимать ее из положения, показанного на фиг. 3 слева, в положение, показанное на той же фиг. справа. В балке устроено ложе, в котором помещены салазки 3 и 4 (3' и 4'), могущие передвигаться в нек-рых пределах вдоль балки. К плечу 3 (3') салазок наглухо прикреплен тормозящий рельс 5 (5'); второй тормозящий рельс 6 (6') укреплен с другой стороны ходового рельса при посредстве рычажка 7 (7'), вращающегося на оси и поддерживаемого пружиной 8 (8') в верхнем положении. Когда колеса вагона входят на такой В. з., они нажимают своими ребордами на подошвы подвижных рельсов 6 и 6' (см. фиг. 3 справа), и таким обр. колеса зажимаются обими тормозами с силой, пропорциональной весу вагона. Эта система В. з. имеет то преимущество перед



Фиг. 3.

Фиг. 2. Стрелочник имеет в

америк., что в последней давление тормоза регулируется стрелочником, что не гарантирует от ошибок, могущих привести даже к сходу вагона с рельсов, тогда как в системе Фрелиха давление гидравлич. пресса и тормозящих рельсов регулируется автоматически в зависимости от веса вагона.

Лит.: Рогинский Н. О., Ж.-д. сигнализация и обеспечение безопасн. следования поездов, вып. 2, Москва, 1927; Verschiebebahnhöfe in Ausgestaltung und Betrieb, В., 1922.

**ВАГОННЫЕ КОЛЕСА. I. Чугунные (Гриффина).** Производство чугунных В. к. с закаленной поверхностью катания (т. и. гриффиновских колес) должно сыграть выдающуюся роль в развитии жел.-дор. хозяйства СССР. Опыт америк. ж.-д. дела неопровержимо доказывает, что своим беспримерным развитием в последней четверти прошлого столетия оно в значительной степени обязано чугунному вагон. колесу, давшему возможность не только удешевить производство ж.-д. подвижки. состава, но и достигнуть громадных сбережений в оборудовании и во времени, необходимым для этого производства.

Попытки изготовлять чугунные В. к. с закаленной поверхностью катания были произведены в первой половине прошлого столетия. Многочисленные конструкции таких колес были запатентованы в это время, но испытания их не дали никаких существенных результатов. Обыкновенно таким колесам придавали в то время форму простого колеса с плоскими спицами и со ступицей, разрезанной в трех местах с целью устранения опасных напряжений материала, возникающих при остывании чугуна после отливки. Ступица, после соответствующ. обработки, стягивалась железными кольцами и заклинивалась на оси. Лишь в 1850 г. Уошборн (Washborn) решил проблему чугунных В. к., предложив отливать их в форме сплошного диска с соответствующим ободом. Колеса типа Уошборна, диаметром 33'' и весом 525 английск. фн., продолжали оставаться в течение почти 30 лет стандартными для 10-тонных товарных вагонов, а также и для значительной части пассажирских вагонов. Это было время железных рельсов, ручных тормозов, примитивной сцепки вагонов, малой грузоподъемности последних и т. д.; при малой нагрузке колеса, малых пробегегах и малых скоростях колеса не изнашивались за все время службы вагона. Появившиеся в 1885 г. 30-тонные вагоны дали 5-тонную нагрузку на каждое колесо. Противники дальнейшего увеличения нагрузки колеса считали площадь контакта 33''-колеса с рельсом настолько малой, что нагрузка, превосходящая 5 т на каждое колесо, неминуемо должна вызвать напряжение материала колеса и рельса выше предела упругости. Все сомнения на этот счет были, однако, рассеяны практикой. Введение 30-тонных вагонов на всех жел. дорогах происходило чрезвычайно быстро. Чугунные В. к. весом в 600, а затем в 625 англ. фн., применялись для этих вагонов повсеместно в Европе и в Америке. Несмотря на целый ряд сомнений, которые высказывались скептически в начале нашего столетия, 40- и 50-тонные вагоны, снабженные чугунными колесами, были в свою очередь испытаны и най-

дены во всех отношениях отвечающими своему назначению. Под этими вагонами применялись чугунные колеса весом уже в 725 англ. фн., в то время как вес стальных колес для тех же целей превышал 750 англ. фн. В настоящее время 50-тонные америк. вагоны заменяются 70-тонными для транспортирования таких грузов, как уголь, руда и пр. Эти вагоны уже испытаны во всех отношениях, и чугунные В. к. весом в 850 английских фн. оказались и для них вполне отвечающими своему назначению. Чугунные вагон. колеса, оставаясь одинаковыми по форме, претерпели весьма мало изменений за все время развития вагоностроения. В то время как грузоподъемность вагонов изменилась от 10 до 70 т и скорость их движения увеличилась в 6 раз, вес колес увеличился всего на 38%. В настоящее время не менее 95% всех товарных вагонов и весьма значительная часть пассажирских вагонов С.-А. Соед. Штатов снабжены чугунными колесами с закаленной поверхностью катания, и число их в обращении превышает 25 млн. Такое количество колес требует 8 000 000 т металла. Ежегодно из этого количества возобновляется около 10%, т. е. 2½ млн. колес.

В С.-А. С. Ш. и в Канаде производством чугунных В. к. занимаются 50 з-дов, и производительность их достигает в общей сложности 20 000 шт. в день, или свыше 6 000 000 колес в год. Как совершенно справедливо замечает председатель америк. Ассоциации производителей колес из закаленного чугуна Лондон, разработка естественных богатств С. Америки в значительной степени обусловлена широким применением чугунных В. к. Без последних америк. ж.-д. дело не могло бы достигнуть той необычайной ступени развития, на к-рой оно находится в настоящее время. Об этом свидетельствуют следующие цифры. В 1914 году на ж. д. С.-А. Соединен. Штатов было в обращении 2 700 000 товарных вагонов. Количество грузов, перевезенных в этих вагонах в этом году, составляло 1 110 000 000 т, или около 70 млрд. пд. В тонно-милях это количество выражается свыше чем 300 000 000 000 тонно-миль. Прибавив сюда 375 млрд. тонно-миль, падающих на самые вагоны, получим гигантское число в 675 млрд. тонно-миль, выражающее ту работу, которую проделали в 1914 году чугунные колеса на ж. д. С.-А. С. Ш.

Чугунные В. к. при отливке подвергаются закалке. Еще в 18 в. в одной из англ. литейных было замечено, что расплавленный чугун, приходя в контакт с металлич. поверхностью, становится отбеленным и чрезвычайно твердым. Этот процесс отбелки и закалки чугуна обуславливается чрезвычайно быстрым охлаждением расплавленного чугуна в металлической форме. Сущность этого процесса заключается в том, что при быстром отнятии тепла от расплавленного чугуна содержащийся в нем цементит (химическое соединение железа и углерода  $Fe_3C$ ) не успевает разложиться на свои составные части, железо и углерод в виде графита, и в застывшем при этом чугуне графит не содержится в свободн. состоянии, как это происходит в обыкновенном сером

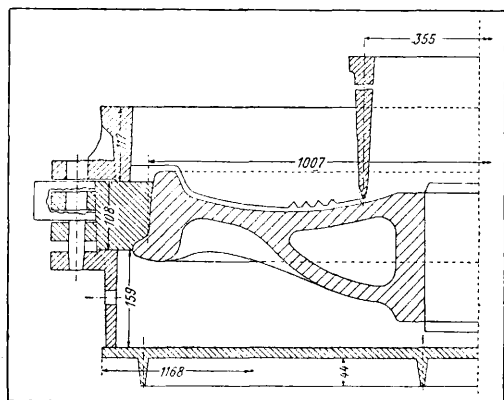
чугуне, который подвергается медленному остыванию после отливки. В отбеленном (закаленном) слое чугуна весь углерод находится в состоянии, химически связанном с железом. Цементит представляет собой чрезвычайно твердое вещество, тверже стекла и самой твердой стали, не исключая закаленной быстрорежущей стали; по твердости он приближается к кварцу, занимающему седьмое место в шкале твердости (см.), тогда как алмаз занимает десятое место.

Микроструктура закаленного слоя чугунных В. к. показана на фиг. 1: белые массы — цементит, темные — перлит; в одном месте видны мелкие чередующиеся выделения



Фиг. 1.

того и другого, — это эвтектика белого чугуна. Составляя около 40% отбеленного чугуна, цементит придает ему чрезвычайную твердость, позволяющую использовать этот чугун для большого количества предметов, для которых серый чугун обычно является неприменимым, как, напр.: для плугов, молотов, наковален, прокатных валов, ж.-д. колес и т. д. Как уже было упомянуто, закалке подвергается лишь поверхность катания колеса, при чем закалка простирается на глубину до 25 мм. Для достижения этой



Фиг. 2.

закалки формовка колес производится в составной опоке (фиг. 2), средняя часть которой образует форму поверхности катания

колеса и состоит из массивного чугунного закалочного кольца. Расплавленный чугун, приходя в соприкосновение с этим кольцом, быстро охлаждается благодаря большой теплопроводности кольца, и таким образом подвергается закалке на нек-рую глубину по поверхности этого соприкосновения. Вся остальная масса колеса, поверхность к-рой соприкасается в опоке с песчаными частями формы, подвергается сравнительно медленному охлаждению и состоит поэтому из обыкновенного мягкого серого чугуна.

Вышеприведенные данные свидетельствуют о громадном распространении чугунных В. к. в Америке. В Европе распространение их отстает от американского. Первое применение их в России в 1867 г. было дискредитировано благодаря тому обстоятельству, что некоторое количество этих колес было изготовлено из простого, незакаленного чугуна. Такие колеса ломались, конечно, после ничтожного пробега. Лишь в 1902 г. чугунные колеса Гриффина были допущены в Министерство путей сообщения к употреблению в России под нетормозными товарными вагонами в количестве, не превышающем 10% наличного колесного парка дороги. При заказе Америке в 1915 г. товарных вагонов америк. заводы предложили применить под этими вагонами чугунные колеса, мотивируя предложение тем, что почти все вагоны в Америке снабжены такими колесами и что они дешевле стальных. Это предложение было принято, и несколько десятков тысяч чугунных В. к. были вывезены из Америки в Россию и находятся в настоящее время в обращении на ж. д. СССР. В виду невозможности их замены и ремонта большая часть их, однако, уже вышла из употребления. Более слабое распространение чугунных колес в Европе объясняется отрицательным отношением к ним европ. техников, совершенно неосновательно убежденных в том, что стальные колеса по своим качествам лучше чугунных. Европейские законодательства еще до сих пор ограничивают применение этих колес и допускают его только для нетормозных вагонов. Насколько неосновательно распространное в Европе отрицательное отношение к чугунным колесам, показывает американская практика. Как уже было упомянуто, в Америке почти все товарные вагоны и многие пассажирские снабжены чугунными колесами. Некоторые железные дороги применяют чугунные колеса для пассажирских вагонов в течение свыше 50 лет, при чем на этих дорогах не было ни одного случая крушения поезда из-за поломки колес.

Преимущества чугунных колес сравнительно со стальными следующие: 1) большая твердость колеса по поверхности катания значительно удлиняет продолжительность его службы; 2) износ рельсов и реборды колеса меньше; 3) колеса из закаленного чугуна могут нести большую нагрузку без деформации и смятия, чем это возможно для стальных; 4) чугунные колеса не требуют обточки, благодаря чему достигается значительное удешевление этих колес, а также значительные сбережения в смысле затрат на покупку станков и на оборудование



мастерских; 5) коэфф. трения между чугунными колесами и колодкой тормоза на 25% больше, чем для стальных колес; это значительно уменьшает напряжения, к-рые возникают в тормозной передаче и в тележке, усиливая в то же время работу воздушных цилиндров; 6) продолжительность службы тормозных колодок при их применении к чугунным колесам на 25—100% больше, чем при применении их к стальным колесам; 7) сопротивление поезда, появляющееся благодаря трению реборды и скольжению поверхности катания, значительно меньше для чугунных колес, чем для стальных; 8) поверхность катания в чугунном колесе не обладает вязкостью и поэтому сохраняет свою круглую форму в большей степени, чем в стальном колесе; вследствие этого поломка рельсов, которая происходит благодаря эксцентричности стальных колес, деформировавшихся вследствие вязкости стали, становится невозможной при чугунных колесках.

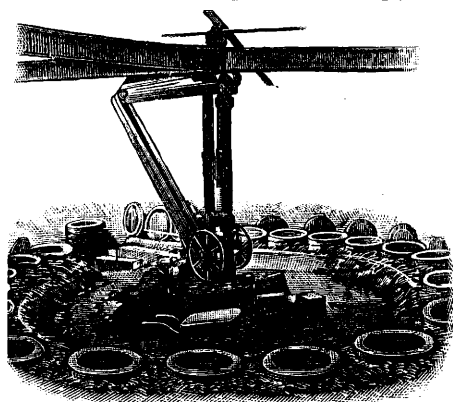
По расчету Линдона, стоимость ежегодной службы одного чугунного В. к. в Америке колеблется в пределах от 1 до 2 р., при средней продолжительности службы этих колес в 10 лет. По данным бельгийских железных дорог, ежегодная максимальная стоимость службы одного скага из чугунных В. к. вместе с осью выражается суммой от 3,5 до 5 р., в то время как для такого же скага из стальных колес максимальная стоимость годовой службы определяется суммой от 8 до 10 р. Так. обр. чугунные В. к. оказываются в эксплуатации в 2—3 раза дешевле стальных. Необходимо здесь же отметить, что чугунные В. к. употребляются в Америке не только для железнодорожного транспорта. Наряду с последним огромное количество этих колес употребляется для чрезвычайно распространенных в Америке городских и пригородных трамваев. Кроме того колеса из закаленного чугуна употребляются в больших количествах для дорожных машин, кранов и т. д. Заводы Гриффинской компании в Америке изготовляют свыше 100 различных типов колес от 600 до 900 мм диаметром и от 80 до 360 кг весом.

Предположения о товарном вагоностроении в СССР на пятилетие 1926/27—1930/31 гг. определяются в 40 000 вагонов ежегодно.

На каждый вагон следует считать 4 колеса. При замене всех стальных вагонных колес чугунными наша годовая потребность в чугунных В. к. к 1930 году определится минимальной цифрой в 180 000 колес, т. е. к этому времени мы должны были бы иметь в СССР не менее трех литейных з-дов для производства чугунных В. к. производительностью в 200 колес в день каждый.

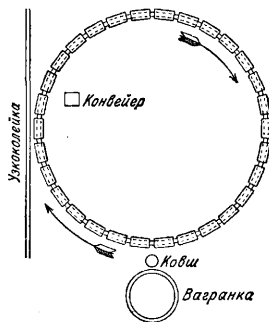
Переходя к вопросу о з-дах для производства чугунных колес, необходимо отметить, что в Америке существуют три типа таких з-дов: 1) с круговой системой расположения литейных площадок, 2) с карусельной системой и 3) с прямолинейной системой работ. 1) Круговая система (фиг. 3) встречается лишь на старых заводах. При этом способе работ литейная имеет несколько литейных кругов. В центре каждого из

них помещается поворотный кран, а по окружности располагаются 20—25 опок, обслуживаемых двумя рабочими—формовщиком и его помощником. Внутри каждого круга помещаются необходимые инструменты, запас шишек и проч., а по окружности



Фиг. 3.

в виде валика насыпана формовочная земля. Кран каждого круга служит для манипуляций с опоками во время набивки их землей, для поддержания ковша с расплавленным чугуном во время отливки, а также для освобождения отлитого колеса из формы. Расплавленный чугун доставляется от вагранки до каждого круга при помощи подвесной дороги. Недостаток этой системы заключается в том, что пространство литейной мастерской использовано при ней хуже, чем при более совершенных системах, и механизация производства не м. б. проведена так совершенно, как при этих последних. 2) При карусельном типе литейных мастерских (фиг. 4), применяемом лишь на двух американ. заводах, формовка и отливка колес производится на кругу, по которому медленно движется непрерывный поезд из 40 вагонеток-платформ; на последних расположены опоки, в которых формируются и отливаются колеса. Эти опоки проходят при движении поезда последовательно все стадии произ-



Фиг. 4.

водства, при чем все рабочие остаются на своих местах, выполняя вполне определенную работу. Формовочный материал к месту формовки подается конвейером. Несмотря на все остроумие этой системы, она имеет мало защитников и не была признана рациональной в виду дороговизны всей установки и зависимости результатов работы от отдельных частных моментов. 3) В наиболее совершенной, прямолинейной системе работ не только наилучшим образом использована площадь мастерской, но и достигнуты

необычайная стройность и порядок в ходе работ (фиг. 5). При этой системе опоки устанавливаются в продольные прямолинейные ряды, по 20—25 штук в каждом. Количество опок, находящихся в литейной

следнем типе 3-да с прямолинейной системой работ и строить его с расчетом на производительность не менее 200 колес в день. На фиг. 8 показан эскиз колеса, а на вкладном листе—план такого завода.



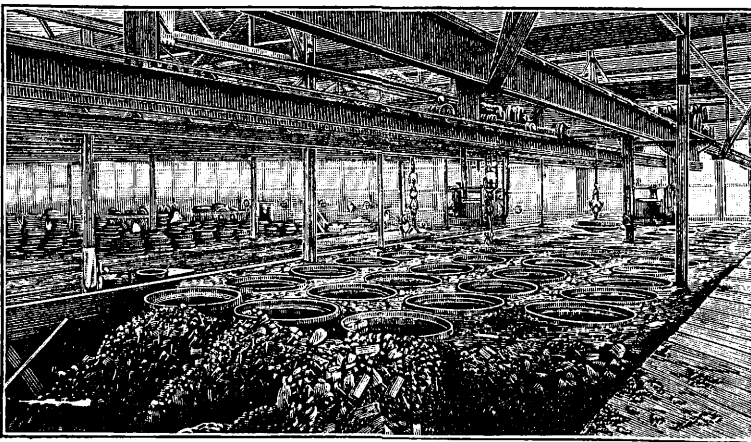
Фиг. 5.

мастерской, равно дневной производительности завода. Формовочный песок насыпан вдоль ряда опок, между каждой парой рядов. Формовка начинается с конца, противоположного местоположению вагранки, при чем на каждой площадке работают двое рабочих—формовщик и его помощник. Начав с дальнего конца, они идут вдоль литейного ряда и делают формы одну за другой. За день, благодаря механизации производства, двое рабочих формируют и отливают около 25 колес. Кроме формовки и отливки колес на обязанности этих двух рабочих лежит также и доставка расплавленного

Персонал, необходимый для такого 3-да, состоит из 54 человек:

- 8 рабочих для разных работ во дворе (разгрузка и нагрузка материалов, доставка готовых колес и пр.),
- 3 наменщика для ремонта вагранки и ковшей,
- 7 рабочих для работ по составлению шихты,
- 3 рабочих при вагранке,
- 8 формовщиков,
- 8 помощников последних,
- 5 рабочих в шишальной,
- 2 инспектора для осмотра и обмера колес и опок,
- 4 модельщика,
- 4 конторских служащих,
- 1 литейный мастер,
- 1 директор завода.

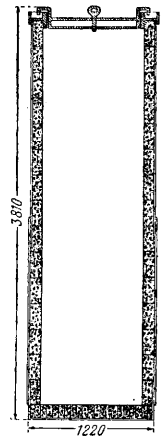
Величина капитала, необходимого для постройки и пуска в ход литейного завода



Фиг. 6.

чугуна к готовым опокам и отлитых колес к поезду, для отправки их в отжигательные колодцы (фиг. 6 и 7). В последних собственно процесса отжига не происходит: роль их состоит в медленном и равномерном охлаждении помещенных в них отлитых колес, в целях устранения вредных напряжений. Все операции в литейной механизированы, не исключая формовки, производимой машинным способом.

При постройке в СССР завода для производства В. к. следует остановиться на по-



Фиг. 7.

для производства В. к., определяется приблизительно из следующ. составных частей:

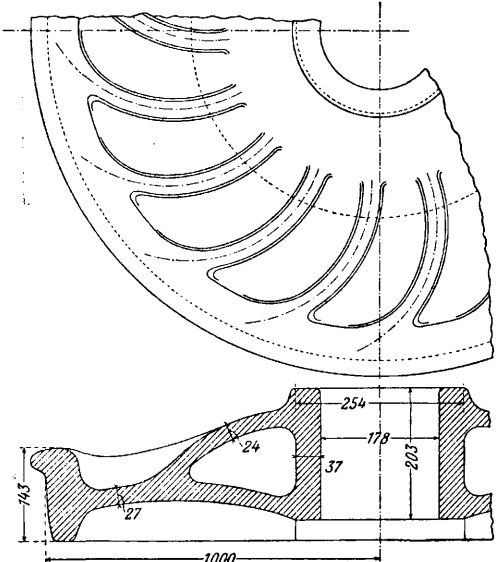
Оборудование, согласно смете американск. завода Уайтинг . . . . .	300 000 р.
Стоимость зданий, подъездных путей и пр. . . . .	350 000 »
Необходимый оборотный капитал . . . . .	350 000 »

Всего . . . . . 1 000 000 р.

При норме производства такого завода в 50 000 железнодорожных колес в год валовая себестоимость годового производства определяется из стоимости след. частей:

Чугун, 18 000 т . . . . .	1 100 000 р.
Кокс, 3 000 т . . . . .	65 000 »
Уголь и дрова . . . . .	15 000 »
Другие материалы . . . . .	15 000 »
Электрич. энергия . . . . .	15 000 »
Зараб. плата на 54 чел. . . . .	60 000 »
Амортизация . . . . .	30 000 »
Накладные расходы . . . . .	50 000 »
Непредвид. расходы . . . . .	50 000 »
<b>Всего . . . . .</b>	<b>1 400 000 р.</b>

Себестоимость каждого колеса выразится, т. о., суммой в 28р., при чем 79% этой суммы



Фиг. 8.

падает на стоимость чугуна. Заработная плата входит в себестоимость только 4 1/2%.

Заводский расчет металлической шихты (в %) производится в Америке, в среднем, следующим образом:

Старые чугунные колеса . . . . .	55
Коксовый чугун . . . . .	15
Древесноугольный чугун . . . . .	15
Стальной скрап . . . . .	7,5
Серый чугунный лом . . . . .	7,5

За неимением старых чугунных В. к. состав шихты изменится у нас в сторону увеличения в шихте количества древесноугольного чугуна. Общее количество последнего вместе со старыми чугунными В. к. составляет в Америке, в среднем, ок. 70% шихты. Принимая влияние старых чугунных В. к. на состав сплава равным половине влияния древесноугольного чугуна, мы получим следующий приблизительный состав шихты (в %) при отсутствии старых чугунных колес:

Древесноугольный чугун . . . . .	55
Коксовый чугун . . . . .	20
Серый чугунный лом . . . . .	15
Стальной скрап . . . . .	10

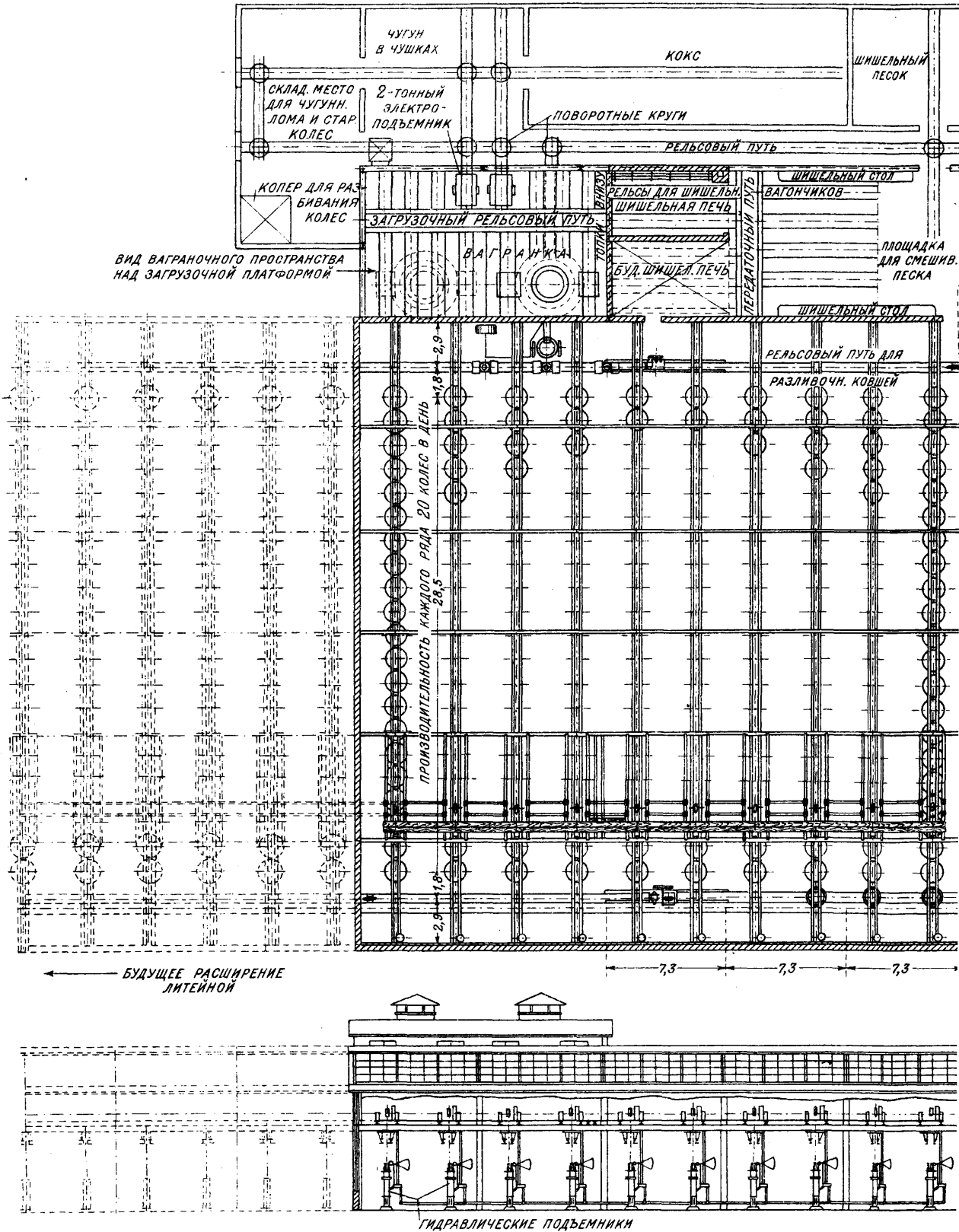
Так как в течение ряда лет наше производство чугунных В. к. не сможет рассчитывать на сколько-нибудь значительную доставку колесного лома, мы должны положить в основу наших расчетов з-да только что приведенный состав шихты. Т. о. для предполагаемого з-да понадобится приблизительно след. количество металла в год:

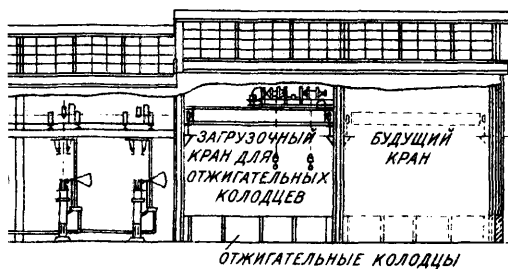
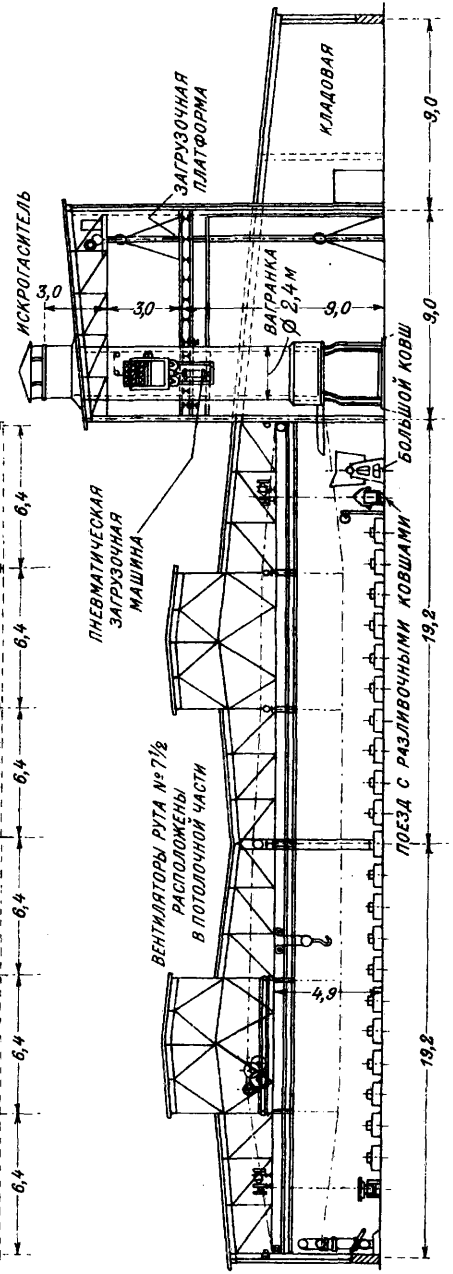
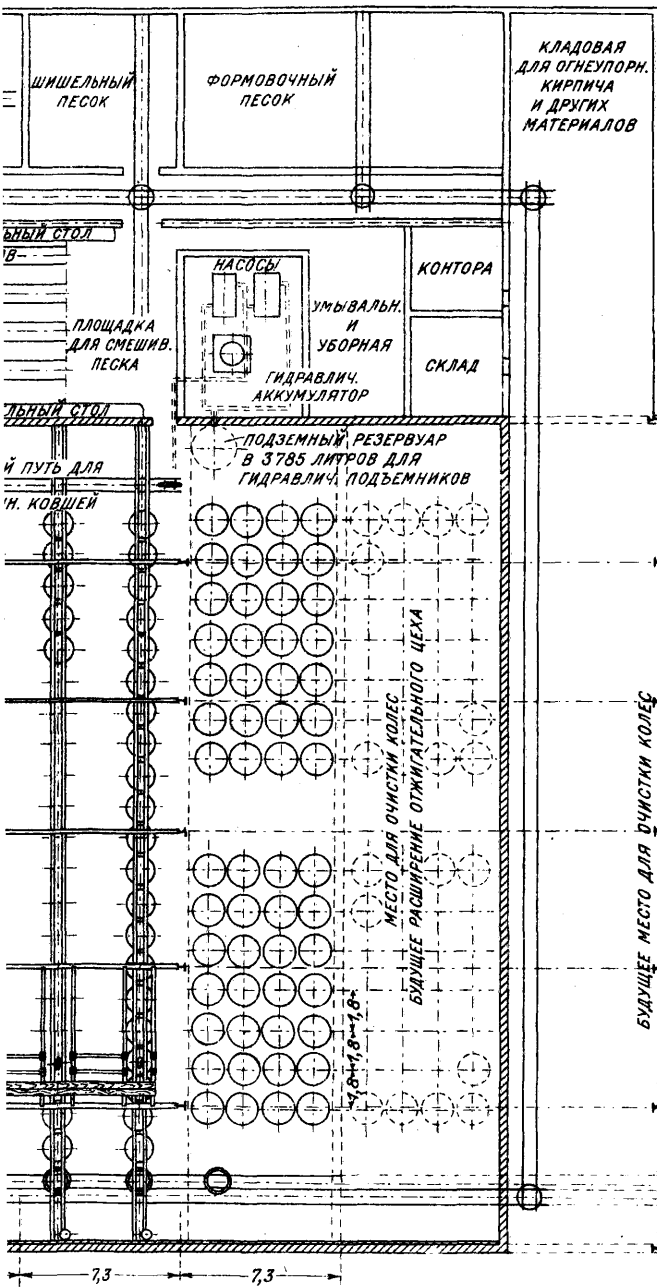
Древесноугольного чугуна . . . . .	9 900 т
Коксового чугуна . . . . .	3 600 »
Серого чугунного лома . . . . .	2 700 »
Стального скрапа . . . . .	1 800 »

Производителем древесноугольного чугуна у нас является Урал. Поэтому, по крайней мере на первые годы, производство чугунных вагонных колес должно быть поставлено на Урале. Проф. В. Е. Грум-Гржимайло считает наиболее целесообразным установку колесного производства на одном из уральских металлургических заводов, при чем для колес должен применяться доменный чугун, поступающий непосредственно из домы в мартен для доведения его до необходимого состава и оттуда разливаемый в опоки.

В заключение необходимо отметить те возражения, которые приводят иногда против введения чугунных В. к. в СССР. Первое заключается в том, что у нас не было в отношении этих колес достаточного опыта. Это возражение можно отвести указанием на гигантский опыт С.-А. С. Ш., к-рые за 80-летний период времени имели в обороте не менее 100 млн. чугунных В. к.; к последним надо прибавить еще огромное количество трамвайных чугунных колес. СССР имеет полную возможность легко и быстро использовать этот богатейший опыт Америки с огромной выгодой для нашего транспорта. Другое возражение указывает на то, что СССР не следует вводить у себя чугунных В. к., так как даже С.-А. Соедин. Штаты начинают уже сокращать производство чугунных колес и переходить на стальные, из которых в последние годы стали особенно известными колеса Девиса (см. ниже). Нек-рое уменьшение темпа роста производства чугунных В. к. действительно наблюдается в С.-А. С. Ш. Объясняется это далеко зашедшим вперед истощением природных богатств С.-А. С. Ш. и, в первую очередь, лесов. Древесноугольный чугун вследствие этого с каждым годом становится дороже, что вынуждает заводы все в большей степени базировать свое производство колес на колесном ломе (до 85%), при чем последний все чаще попадает повторно в переплавку. В результате этого наблюдается значительное ухудшение материала америк. чугунных В. к., к-рый становится с течением времени все более насыщенным серой. В то время как согласно америк. нормам 1905 г. материал чугунных В. к. не должен был содержать более 0,08% серы, Бюро стандартов С.-А. С. Ш. на основании обширных исследований установило в 1922 году наличие в этом материале серы в количестве от 0,109 до 0,185%. Согласно исследованиям университета в Иллинойсе в том же году, содержание серы в этом чугуне оказалось еще выше—от 0,204 до 0,227%. Интересно отметить, что высококачественные австрийские чугунные В. к. содержат серы всего от 0,054 до 0,075%. Колеса, отлитые из уральского чугуна, должны содержать серы еще значительно меньше. Указанные выше обстоятельства и вынуждают американскую промышленность несколько замедлить темп роста производства чугуна В. к. и приступить к поискам др. типов колес, к-рые могли бы с течением времени заменить чугунные.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ВЕТКА





**ПРОЕКТ ЗАВОДА  
ВАГОННЫХ ЧУГУННЫХ КОЛЕС**  
производительность 200 колес в день  
(с расчетом на будущее расширение)

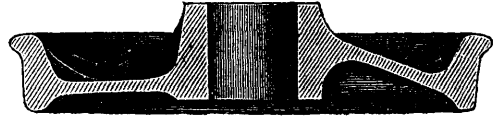
Совсем иначе обстоит дело в СССР с его нетронутыми гигантскими лесными богатствами С. Урала и других местностей. Максимальное развитие в СССР производства чугунных В. к. не только облегчается, но и властно диктуется этим обстоятельством. Расходуя наши лесные богатства частью на производство чугунных В. к., мы будем постепенно накапливать эти богатства в стране уже в другом виде. Впоследствии, когда мы будем вынуждены снова перейти к стальным колесам, старые чугунные колеса, выполнив свое назначение в ж.-д. транспорте, вновь будут использованы нашей промышленностью в качестве высококачественного легированного чугуна.

**2. Стальные В. к. (Девиса)** — из марганцевой стали с очень твердым ободом. В чугунных отливках твердость рабочего слоя колеса получается путем закалки. В колесах Девиса твердость рабочего слоя достигается введением в этот слой марганца. Сталь отливается в изложницу, вращающуюся со скоростью 30 об/м., при чем первые порции металла отбрасываются к периферии и удерживаются там благодаря центробежной силе. После того как эти первые порции металла попадут в изложницу, в струю отливаемой стали вводится под давлением порошкообразный ферромарганец в количестве  $2\frac{1}{2}$ —3 кг на каждое колесо, который увлекается к ободу отливаемого колеса и образует по кругу катания богатый марганцем слой. Дальнейшее наполнение изложницы расплавленным металлом происходит при вращении изложницы со скоростью 85 об/м. Обогащенный марганцем слой удерживается у обода колеса. Диффузия отчасти выравнивает разницу в составе и делает переход от твердой стали к мягкой постепенным. Химический состав тела колеса Девиса: С 0,20%, Si 0,30—0,35%, Mn 0,65%, P и S 0,05—0,07%. Состав сплава в ободке изменяется следующим образом:

Углерод: по мере удаления от поверхности круга катания % С постепенно падает.	с 0,35	до 0,28
Марганец: а) на глубине 6 мм от поверхности круга катания % Mn падает	2,0	1,8
б) на глубине 12 мм от поверхности круга катания % Mn падает	1,8	1,65
в) на глубине 20 мм от поверхности круга катания % Mn падает	1,5	1,4
Твердость по Бринелю в расстоянии 6 мм от края	395	
Твердость на круге катания по Шору	56—60	

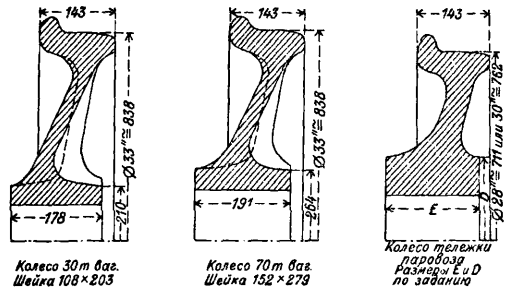
После отливки колеса оставляют в формах около 45 минут и затем переносят в отжигающие печи. Отжиг производится при  $900^\circ$  в продолжение  $2\frac{1}{2}$  часов. После отжига в целях наблюдения за качеством металла с обода колеса снимают стружку в 6 мм. После этого колесо идет в машинную обработку для получения профиля и сверления втулки. Затем на шлифовальных камнях производят окончательное выравнивание поверхности катания. Следующей операцией является закалка. Колеса нагревают до  $850^\circ$  в продолжение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  часа и затем переносят краном в закалочный ваннам, в которых производится закалка обода. По окружности ванн расположены три ряда

трубок, из которых на обод колеса льется вода. Закалка длится около 3 минут, пока диск колеса не станет темно-вишнево-красным, после чего доступ воды прекращается.



Фиг. 9.

Следует полагать, что благодаря высокой цене эти колеса не войдут в употребление для товарных вагонов, но для пассажирских вагонов и тендеров получат, вероятно, значительное распространение. Типы стальных



Фиг. 10.

В. к. показаны на фиг. 9 и 10. Вагонные колеса со стальными бандажами см. *Бандажи*.

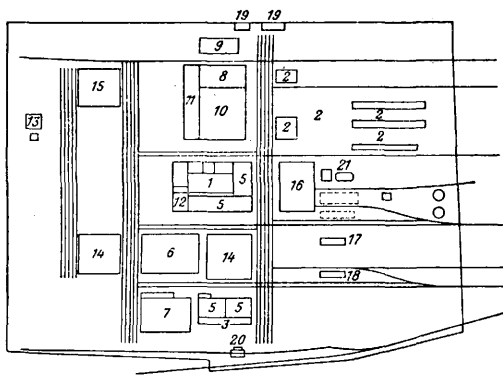
Лит.: Технич. отдел миссии РСФСР в С. Ш. Америки, Литейные колеса для подв. состава ж. д., М., 1923; «Америк. техника», май, 1926; Lyndon G. W., The Chilled Iron Car Wheel (Paper presented before the Canadian Railway Club of Montreal), 1917; Technolog. Papers of the Bureau of Standards, 209, 235; Ropsy P., La roue de wagon en Amérique, Bruxelles, 1925; American Railway Association, Mechanical Division, Circulars D. V., 281, 402; Lyndon G. W. and Vial F. K., The Chilled Iron Car Wheel, Chicago, 1924; «University of Illinois Bulletin», 1922, 12, 36; «Die Giesserei», München, 1924, 61.

Л. Мартене.

**ВАГОНОСТРОЕНИЕ**, отрасль тяжелого машиностроения, занимающаяся производством ж.-д. и трамвайных вагонов пассажирского, товарного и специального типов. В зависимости от назначения вагонов (пассажирские, багажные, служебные, товарные, платформы, полувагоны, цистерны, изо-термические и разные, специально приспособленные для перевозок крупного и мелкого скота, птицы, живой рыбы и пр.) В. подразделяется на пассажирское и товарное. К пассажирскому В. относятся производство вагонов, предназначенных для перевозки пассажиров, а также вагонов-ресторанов, столовых, служебных, почтовых и багажных. Производство всех прочих вагонов относится к товарному В. Соответственно этому вагоностроительные заводы бывают собственно пассажирского В., собственно товарного В. и смешанного.

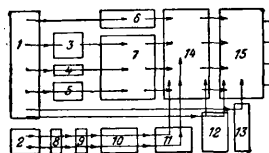
Условия производства пассажирских вагонов требуют высокой квалификации технич. персонала и рабочих, наличия хороших столярных (краснодеревных), обойных и малярных мастерских с полировочными и лакировочными отделами. Это производство предусматривает большое разнообразие типов изготавливаемых вагонов при сравнительно небольшом количестве объектов

одного типа. Оборудование, которое размещается по группам одноименных станков, должно быть таким, чтобы дать заводу возможность выполнения всех задач, возлагаемых на него при индивидуальном В. Соответственно этому рассчитываются площади



Фиг. 1.

отдельных цехов. На фиг. 1 представлен (в масштабе) план Тверского вагоностроительного завода, производившего гл. обр. пассажирские вагоны, а на фиг. 2—общая схема рационального расположения цехов завода пассажирского В. На обеих этих фиг. указаны: 1—склад материалов, 2—лесной склад, 3—чугунно- и меднолитейная, 4—сталелитейная, 5—кузница, 6—рамная, 7—механическая (7а—колесная и тележная, 7б—тормозная и упряжная, см. фиг. 3), 8—лесопилка, 9—сушилка, 10—древобделочная, 11—столярная, 12—обойная, 13—заготовка красок, 14—сборочная, 15—малярно-лакировочная, 16—электрич. станция, 17—металлопробная, 18—



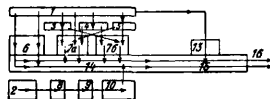
Фиг. 2.

техническое бюро, 19—проходная контора, 20—вагонные весы, 21—водокачка. Площади сборочных и малярных цехов определяются из расчета количества выпускаемых в год мягких и жестких пассажирских вагонов, принимая в среднем с одного места в сборочном цехе 4 мягких и 8 жестких вагонов, а в малярном—12 вагонов в год.

З-ды смешанного В. изготавливают как пассажирские, так и товарные вагоны. Строя часто повторяющиеся типы вагонов, они имеют возможность устанавливать для общих частей крупносерийные или даже массовое производство, обходиться поэтому рабочей силой более низкой квалификации и иметь оборудование, приспособленное для производства значительного количества одних и тех же частей. Подготовительные цехи на этих заводах рассчитываются по принципам серийного и, в некоторых случаях, массового производства. Обрабатывающие цехи, сохраняя во многом характер цехов машиностроительных з-дов, для некоторых частей имеют уже характерное серийное производство. Здесь оборудование частично располагается по группам одноименного оборудо-

вания, частично же по группам обработки отдельных деталей. Площади сборочно-малярных цехов определяются из расчета выпуска с одного места в год до 50 товарных или соответственного им типа вагонов. В товарном В. встречаются также некоторые виды специальных вагонов, требующих специальных приемов, но эти вагоны представляют в общей массе товарного парка сравнительно незначительное количество. Общая же масса товарного вагонного парка состоит из большого количества совершенно однотипных стандартных единиц—нормальные крытые вагоны, 20-тонные вагоны, большегрузные 50-тонные вагоны, нормальные платформы, нормальные и большегрузные цистерны. Кроме того все товарные вагоны имеют общие ходовые части—колесные пары, рессоры, буксы, подшипники, и общие ударные и специальные приборы—буфера, крюки, стяжки, тормоза и т. д. Наличие таких общих частей и приборов дает заводу возможность строить производство товарных вагонов на началах серийного и даже массового производства.

Заводы товарного В. обыкновенно приспособляют к весьма ограниченному числу типов вагонов и строят в расчете на массовое производство и непрерывный поток сборки. Отдельные цехи рассчитываются в строгом соответствии между собой как по производительности, так и по взаимному расположению. Весь процесс сборки и окраски вагонов на таких заводах состоит в прохождении ряда последователь-

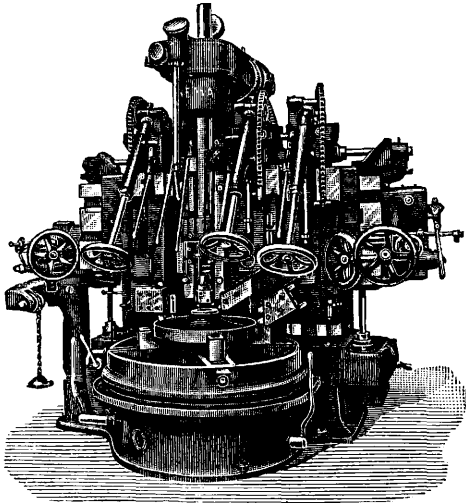


Фиг. 3.

но расположенных станций, благодаря чему сборочный и следующий за ним малярный цех занимают длинное, вытянутое здание, а весь завод располагается вдоль этих цехов. На фиг. 3 представлена общая схема завода товарного В. (обозначения те же, что и на фиг. 1 и 2). Площади сборочных и малярных цехов определяются в зависимости от принятого способа сборки и могут дать с одного места до 250 товарных вагонов в год.

З-ды товарного В. типов крупносерийного и массового производств отличаются от первых двух типов з-дов, представляющих собой обыкновенные машиностроительные з-ды, характером организации, методами работы и оборудованием. Хотя ежегодная потребность в вагонах одного типа в лучшем случае достигает 1—2 десятков тысяч, что не дает возможности установить для всех процессов принципы чисто массового производства, — все же изготовление отдельных частей и даже целых агрегатов их возможно на началах непрерывного массового потока. Применение при работе приспособлений, специальных инструментов и шаблонов встречается очень часто, хотя автоматич. работа применяется лишь в редких случаях. Оборудование на этих з-дах более совершенное, чем на з-дах первых двух типов. Особо значительные изменения введены в производство колесных пар: в то время как ранее в течение 8-час. рабочего дня один станок давал 3—4 колесных пары,

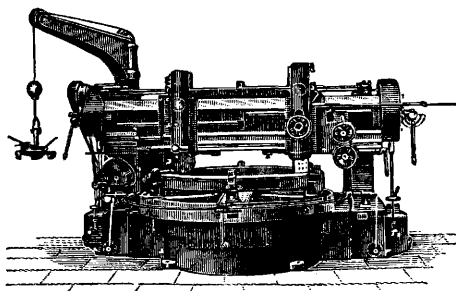
3—4 бандажа и 2—3 колесных центра, новейшие образцы этих станков дают возможность получить за тот же промежуток времени до 16 колесных пар, до 16 бандажей и до 10 колесных центров; усовершенствованные многшпиндельные сверлильные



Фиг. 4.

станки дают возможность обрабатывать сразу целую деталь; вся подача частей к станку и даже установка их производится помощью электромоторов и требуют очень мало времени. Наиболее характерные токарные станки, приспособленные для производства вагонных частей, указаны на фиг. 4 (станок для обточки колесных пар) и фиг. 5 (карусельный станок для обточки дисковых колес и бандажей).

Сборка вагонных рам и кузовов производится в виде последовательного ряда операций и бывает или подвижной (типа конвейерной), на подвижных тележках (болванах), или неподвижной, на стационарных установках (неподвижных болванах). Операции на болванах и число болванов рассчитываются в зависимости от количества



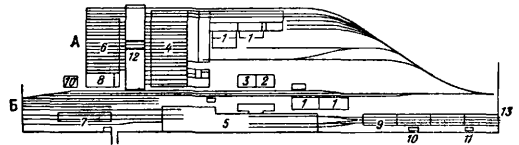
Фиг. 5.

выпускаемых в день или в смену вагонов, т. е. в зависимости от величины  $K$ , которой определяется и ритм работы каждой станции при подвижной сборке. В этом случае число станций  $= \frac{K \cdot t}{T}$ , где  $T$  — продолжительность работы смены в мин. (при 8-час. рабочем дне  $T=480$  мин.),  $t$  — продолжитель-

ность всех операций сборки в минутах,  $K$  — число выпускаемых вагонов. Ритм работы в данном случае будет  $\frac{T}{K}$ . Если это отношение слишком мало, а, следовательно, число станций слишком велико, предпочитают при сборке рам и кузовов вагонов вести работы параллельно, секциями, выпуская эти части одновременно со всех секций, — тогда число станций определится из ф-лы  $n = \frac{K \cdot t}{T \cdot S}$ , где  $S$  — число параллельных секций.

При сборке на неподвижных болванах количество занятых при одном болване рабочих д. б. таково, чтобы операции, отнесенные к одной стационарной установке, укладывались или в один рабочий день или в число часов, кратное от числа часов рабочего дня. Число болванов определяется по той же ф-ле  $n = \frac{K \cdot t}{T}$ , где  $t$  и  $T$  измеряются часами рабочего дня. Если, напр., операции рассчитываются так, чтобы уложиться в один рабочий день, то число болванов равно числу вагонов, выпускаемых в одну смену.

Так как жел.-дор. хозяйство С.-А.С.Ш. по своему характеру близко к хозяйству СССР, а вагоностроение достигло там такой высоты, до какой оно не дошло еще ни в одной из стран Европы, то следует отметить наиболее отличит. черты постановки производства товарных вагонов на з-дах Америки, где масштаб этого производства (в день — 70—80 вагонов, в год — до 20 000) дает возможность вести его в порядке производства

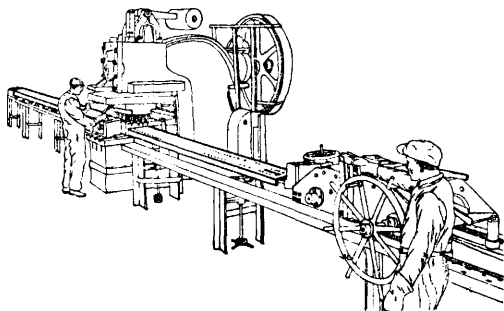


Фиг. 6.

массового. На фиг. 6 представлен в масштабе план типового америк. вагоностроительного завода и указаны:  $A$  — пассажирское отделение,  $B$  — товарное отделение, 1 — склад материалов, 2 — кузница, 3 — механический, 4 — сборочная пассажирских вагонов, 5 — сборочная товарных вагонов, 6 — отделочная пассажирских вагонов, 7 — клепальная, 8 — лакировочная, 9 — малярная для товарных вагонов, 10 — заготовка красок, 11 — компрессорная и тормозная, 12 — тележки для перевозки пассажирских вагонов, 13 — выход товарных вагонов. Производство полуфабрикатов мало чем отличается от нормального производства таких частей, но приемы сборки рам и кузовов носят особый характер, при чем применяются специальные станки и приспособления. При изготовлении рам и кузовов там, как правило, применяется не сверловка, а проколка дыр с последующей рассверловкой при сборке. Для получения вполне точной проколки дыр без предварительной разметки употребляются специальные многшпиндельные станки с разметочными столами (фиг. 7), работающие почти автоматически при помощи электрического привода. Подготовленные так. обр. части поступают в сборку и последовательно

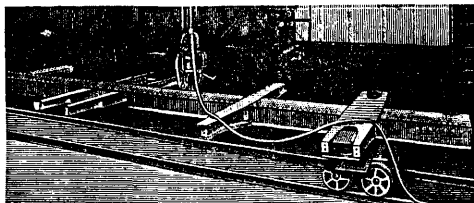


проходят на подвижных тележках ряд станций, снабженных особыми приспособлениями и машинами, подвешенными на специальных козлах соответственно характеру



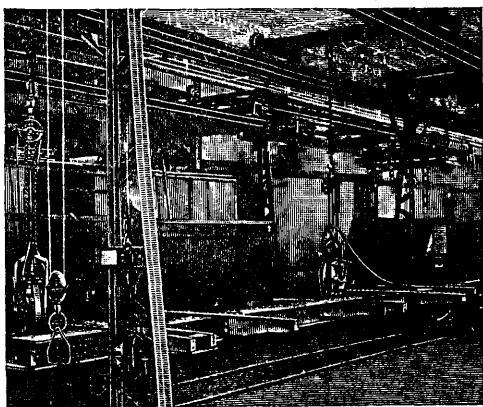
Фиг. 7.

работ. На фиг. 8 представлена сборка поперечных и шкворневых балок, а на фиг. 9—клейка рамы подвесными прессами. Те части вагонов (боковые и торцевые рамы кузова), которые допускают стационарную



Фиг. 8.

клейку, собираются на стационарных болванах, клейка же их производится в специальных траншеях на стационарных заклепочных прессах (фиг. 10). Способы окраски вагонов также значительно отличаются от принятых до сего времени в З. Европе и в СССР. Мазлярные мастерские там представляют собой длинные здания, в которых

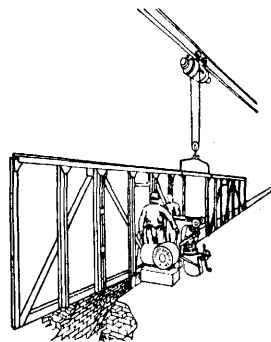


Фиг. 9.

чередуются помещения для окраски и сушки. Пройдя через ряд таких операций, вагон выходит совершенно готовым, окрашенным в один цвет, при чем на нем нанесены необходимые знаки и надписи. Сама окраска производится специальными приборами,

распыляющими краску и обрызгивающими вагон. На фиг. 11 показано приспособление для окраски распылителем: а—брезентовый чехол, б—распылитель, в—кран для регулирования притока воздуха в чехол, г—сосуд для краски, д—сжатый воздух.

В противоположность заводам пассажирского В., заводы товарного В., на к-рых объектом производства является вполне установившийся стандартный тип вагона, разработанный во всех деталях с твердо установленным производственным процессом, — не нуждаются в высококвалифицированном рабочем составе. Удельное значение рабочей силы в стоимости производства товарных вагонов меньше, чем в пассажирских, как видно из таблицы 1.

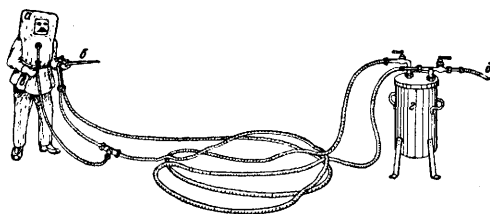


Фиг. 10.

Табл. 1.—Элементы себестоимости вагонов (в %).

Расходы	Вагоны спал. и рестораны Менд. об-ва	Жесткий пассажирский вагон	Норм. тов. вагон	Норм. цистерна	50-тн вагон
Материалов . . .	60	50	73	68	75
Рабочей силы . . .	20	26	10	16	3
Цеховые . . .	14	16	8	11	12
Общезаводск. . .	6	8	4	5	6
Всего . . .	100	100	100	100	100

Соответственно характеру производства располагаются и самые вагоностроит. з-ды. З-ды пассажирского В. и специального типа, наиболее трудоемкие и потому требующие сравнительно незначительного количества



Фиг. 11.

основных материалов (металлов и дерева) при большом количестве высококвалифицированного заводского персонала,—располагаются в местах, не связанных с местами производства основных материалов, но имеющих в достаточном количестве высокой квалификации рабочую силу и технический персонал, т. е. вблизи крупных промышленных центров и больших городов. З-ды же массового производства, потребляющие большое количество металлических и лесных материалов, с низкоквалифицированным рабочим составом, располагаются

возле самих источников этих материалов и на удобных путях сообщения (железные дороги и сплавные реки).

Помимо перечисленных типов з-дов часто встречаются заводы неполные, имеющие гл. образ. сборочные мастерские и получающие полуфабрикаты и готовые части от других з-дов. Такие з-ды имеют следующие главные образы

Табл. 2.—Выпуск заводов с 1908 г. по 1914 г.

Вагоны	Годы							Средний за год
	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	
Пассажирские раз-ные . . . . .	722	2943	1301	1987	1954	1431	1834	1740
Товарные и спе-циальные . . . . .	9545	3868	7913	7854	10296	19388	29944	12660

в странах с развитой, дифференцированной промышленностью (Германия, С.-А. С. Ш., Бельгия, отчасти Франция и др.).

В. в России можно считать установившимся с 1863 года, когда Коломенский завод выпустил свой первый товарный вагон. К началу текущего столетия в России было 15 вагоностроительных заводов с общей возможной производительностью до 35 000 товарных и 1 500 пассажирских вагонов в год. Из этого числа было 8 з-дов исключительно вагоностроительных, а на 7 заводах В. переплеталось с другими производствами, составляя в большинстве лишь 10—20% всей продукции з-да и только на одном из них—73%. Заводы работали очень неровно и были загружены с 1908 г. по 1914 г. в среднем на 50% (см. табл. 2).

Революция и последовавшая за ней гражданская война вывели из строя часть заводов, а само В. в первые годы революции и гражданской войны постепенно замирало и в 1919 году сошло на-нет. Оживление В. началось лишь с 1924 г. В настоящее время 10 вагоностроительных з-дов, восстановленных после революции, объединены в 4 трестах; кроме того, в трест Югосталь включен новый Днепровский завод; последний начал работать после революции, и его предполагается значительно расширить, приспособив к выпуску 5 000 большегрузных 50-тонных вагонов в год.

Бурный рост народного хозяйства страны, а вследствие этого и рост перевозок за последнее время, вызывают потребность в вагонах большой подъемной силы. Старые вагоностроит. з-ды без коренных переустройств не м. б. приспособлены для производства таких вагонов, почему намечаются: перестройка и расширение еще не вполне законченного Днепровского завода, переустройство Брянского вагоностроит. завода, дающего возможность иметь благодаря свободным зданиям, при сравнительно небольших затратах, большой эффект по выпуску (до 6 000 вагонов в год), и, наконец, постройка нового вагоностроит. з-да в Н. Тагиле, на Урале, с производством до 5 000 вагонов в год. Сосредоточение всего вагоностроит. дела в руках государства дает возможность планировать все производство и специализировать заводы, прекращая производство вагонов там, где оно не у места и невыгодно. Т. о. намечается следующая спе-

циализация з-дов: 1) заводы пассажирского В. — Мытищинский, Тверской, Коломенский, им. Егорова (б. Речкина); 2) заводы нормальных и специальных товарных вагонов — Радицкий, Усть-Катавский, Сормовский; 3) з-ды для большегрузных вагонов — Брянский, Днепровский, Н.-Тагильский и Николаевский (последний специально для большегрузных цистерн). На Путиловском заводе постройку вагонов предполагается ликвидировать. Все три новых или переоборудуемых завода для большегрузного В. намечаются к постройке на основах крупносерийного и массового производств. При этом на разных з-дах применяются при проектировании разные принципы: Брянский завод строит свое производство на основах постанционной неподвижной сборки на неподвижных болванах; Н.-Тагильский — частично (рамы) на конвейерной сборке, а частично (вагоны) на постанционной сборке на путях сборной мастерской; Днепровский з-д применяет америк. методы постанционной последовательной передвижной сборки и методы окраски, также взятые из Америки.

О постройке трамвайных вагонов — см. *Вагоны трамвайные*.

Лит.: American Railway Association, Car Builders' Cyclopedia of American Practice, N. Y., 1915; Weiss E., Wagenwerkstätten, Die Eisenbahntechnik d. Gegenwart, B. 1, 2 Abschn., B., 1916; Behnke F., Eisenbahnwagenbau, Lpz., 1922; Levatell R., La fabrication des wagons des chemins de fer, «La Nature», P., 1918, Déc., p. 206—208; «Railway Mechanical Engineer», New York. Г. Бойчевский.

**ВАГОНЧИК ПУТЕВОЙ** служит для перевозки по рельсовому пути материалов на строительных и ремонтных работах и вообще для всяких мелких служебных перевозок. Для возможности быстрой уборки с пути при встречах с поездами вагончик путевого должен быть разборным, чтобы отдельные части его (скаты и раму с дошат. настилом) удобно было удалить за пределы габарита подвижного состава. Вне работ В. п. должен находиться подле казармы или полуказармы снятым с пути и прикрепленным к месту стоянки цепью с замком. Для предупреждения наезда поезда на В. п. выставка его с места стоянки на путь и всякие передвижения должны ограждаться сигналами. Передвижение В. п. должно производиться людьми со скоростью не более 6 км/ч. Общая нагрузка на В. п. не должна превосходить его подъемной силы, вес же отдельных предметов при 4 сопровождающих рабочих не должен превосходить 160 кг. При большем весе отдельных предметов число сопровождающих В. п. людей увеличивается из расчета 40 кг на 1 человека.

**ВАГОНЫ** для перевозки пассажиров и грузов по рельсовым путям могут быть по своему типу разделены на две группы: вагоны железнодорожные и вагоны трамвайные.

### 1. В. железнодорожные.

Ж.-д. В. делятся на два главных разряда: пассажирские и товарные В., из которых каждый в свою очередь состоит из множества типов, приспособленных для разных условий пассажирского транспорта и для

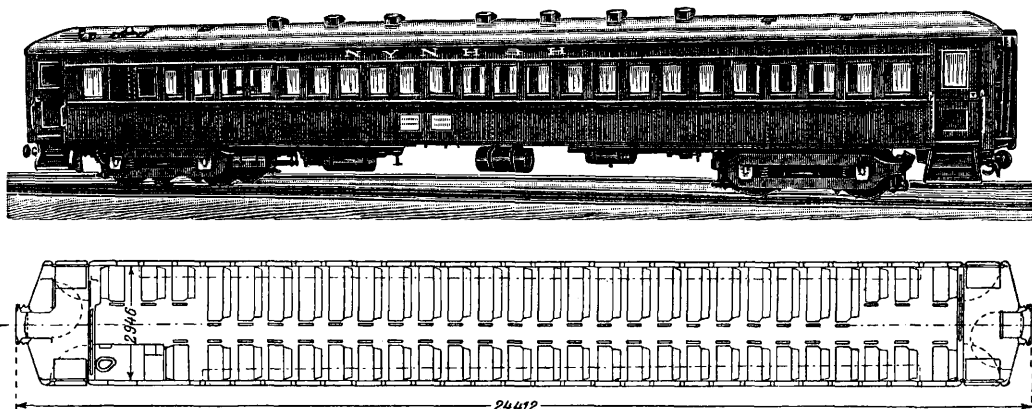
разных специальных грузов. Первые ж.-д. В. были двухосными, при чем для большей устойчивости колеса стали насаживать наглухо на ось. С увеличением размеров и веса вагона стали подкатывать и третью ось, что, однако, затрудняло проход В. в кривых частях ж.-д. пути и поэтому не получило особого развития. Гораздо рациональнее оказалось расположение вагона на четырех осях, скомбинированных в две поворотных тележки. Так как размеры и веса В. продолжают расти, то многие типы В. приходится располагать на двух трехосных тележках — таковы большие пассажирские вагоны американских и европ. дорог, достигающие 26 м длины, и товарные угольные или рудные полувагоны америк. дорог, поднимающие до 110 т груза. Для перевозки особенно тяжелых грузов (орудий крупных калибров и больших машин) применяются особые платформы с тележками на четырех осях и более. Части В., общие для всех типов, суть: кузов, рама, рессоры, буссы, оси с колесами и сцепные приборы. Кузов и рама в устаревших В. были деревянные, в современных тяжелых В. их делают из стали. Для смягчения толчков от неровностей пути необходимой принадлежностью В. являются рессоры, опирающиеся на осевые буссы (см.). Размеры В. ограничены, во-первых, габаритом (см.), а во-вторых, допускаемой на каждую ось нагрузкой. Предельные размеры пассажирских В.: длина 25—27 м, ширина 3—3,5 м, высота (кузова) 2,5—3 м, нагрузка на ось 12—14 т; товарных В.: длина 15 м, шир. 3,0—3,5 м, выс. (кузова) 2,5—3 м. В Европе допускается нагрузка на ось 15—18 т, в Америке—29 т.

**А. Пассажирские В.** К пассажирским В. предъявляются два главных, но довольно трудно примиримых требования: минимум

1) В. городского сообщения (метрополитена) имеет максимальное число мест для стояния, и потому большая часть скамей располагается вдоль наружных стен, остальное пространство предназначается для стояния. Вместимость такого вагона: 70 мест для сидения, 150—для стояния. Для возможно более быстрой посадки и высадки вагон снабжается тремя дверями в каждой продольной стенке. Вопрос о температуре здесь не имеет значения, так как метрополитен на протяжении большей части своего пути проходит под землей и не нуждается в отоплении. В метрополитена строится целиком из стали, а для удешевления тоннелей стремятся сообщить В. меньшие поперечные размеры по сравнению с В. надземных ж.-д.: шир. их не более 2,5 м, выс. кузова не более 2,2 м; вес, приходящийся на одного пассажира (сидящего и стоящего), 0,15—0,20 т.

2) В. пригородного сообщения. В них пассажир пребывает в среднем около часа, поэтому при нормальных условиях все пассажиры должны сидеть; однако при расчете ходовых частей предусматривается некоторое число дополнительных мест для стояния. В четырехосном В. электрифицированных пригородных участков дорог СССР имеются 108 мест для сидения и 52 места для стояния; проходы и двери рассчитаны на пропуск двух человек сразу; ширина доведена до 3,48 м, что дает возможность поместить 6 человек в поперечном ряду. Вес пригородного В. на одно место для сидения составляет, в среднем, 0,3 т. На фиг. 1 изображен пригородный вагон американской дороги.

3) В. местного сообщения. За границей при сравнительно коротких расстояниях и большой скорости движения В. местного сообщения имеют лишь жесткие



Фиг. 1.

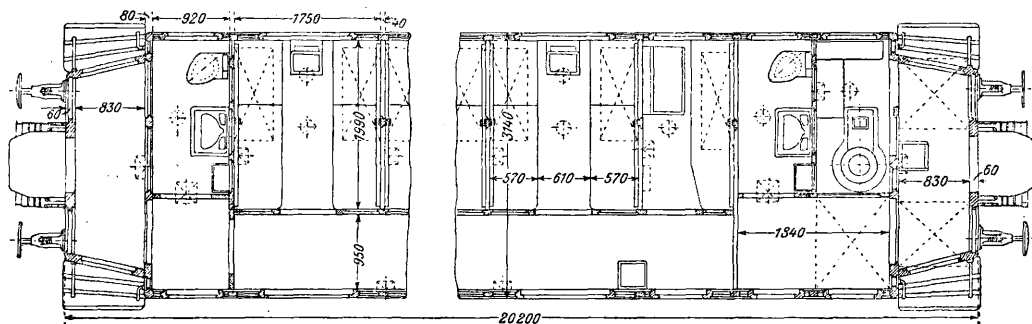
веса, приходящегося на одно пассажирское место, и максимум удобств для пассажиров, соответственно продолжительности пути. Если в городском и пригородном движении пассажир может примириться с тем, что ему приходится стоять, то в вагонах дальнего следования пассажиру обязательно должна быть предоставлена возможность лежать. Этим требованием определяются различия между видами пассажирских вагонов.

скамьи или мягкие диваны без подъемных спинок. На наших ж. д. скамьи снабжены подъемными спинками, к-рые образуют места второго яруса для лежания. Наш стандартный двухосный В. местного сообщения имеет 40 мест для сидения и 30 для лежания; вес вагона на одно место для сидения 0,6 т.

4) В. дальнего сообщения строятся по коридорной системе с отдельными, могущими закрываться, купе на 4 или даже

на 2 чел. Здесь всем пассажирам обеспечиваются места для сна и, кроме того, существуют купе для проводников и помещения для спальных принадлежностей. На фиг. 2 показан стандартный тип такого

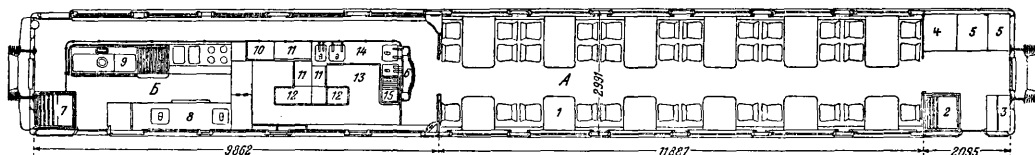
требуются: спокойный, без тряски, ход, защита от холода, хорошая вентиляция и освещение. Спокойный ход достигается применением сложной комбинации рессор и пружин. Для превращения резких толчков



Фиг. 2.

4-осного вагона дальнего следования с коридором и купе. Вес на одно место—1,5 т. В так назыв. мягких В. пассажирам предоставляется больше места. Спальн. В. европ. дорог в общем сходны с этими вагонами, на американских же дорогах резко отличаются от этих типов. Американский пультмановский спальный В. представляет ряд поперечных диванов с проходом по середине, при чем на каждый диван полагается по одному пассажиру. На ночь противоположные сидения раздвигаются и образуют продольную постель для одного пассажира. Другому пассажиру отводится верхняя продольн. постель, которая на шарнире спускается с потолка. Сверху же спускаются

в плавные мало ощутимые качания рессора д. б. возможно мягче, т. е. давать возможно больший прогиб под грузом. Так как эта величина ограничивается допускаемым напряжением материала на изгиб (60—80 кг/мм<sup>2</sup>) и размерами рессоры, то для получения желаемой стрелы прогиба и надлежащей мягкости рессорного подвешивания применяют две или три группы рессор или пружин, расположенных в последовательном порядке. Примером одиночного подвешивания может служить рессора товарного вагона, прогиб которой под грузом равен 30 мм. Тележка 20-т пассажирского четырехосного вагона имеет тройную рессорную подвеску, состоящую из боковых пружин, листовых



Фиг. 3.

занавески, к-рые изолируют каждое спальное место. Это изолирование представляет единственное преимущество америк. системы перед европейской; в остальном она гораздо сложнее, дороже и даже менее удобна для пассажиров, особенно для верхних, которые без помощи проводников не могут спускаться со своей постели.

К парку пассажирских В. причисляются и другие В., имеющие обращение в пассажирских поездах, как-то: багажные, почтовые, В.-рестораны, В. для арестованных и служебные В. разного рода.

На фиг. 3 представлен план американск. В.-ресторана: А — столовая, Б — кухня, 1 — стол, 2 — шкаф для напитков, 3 — буфет, 4 — шкаф для белья, 5 — шкаф для вещей служащих, 6 — умывальник, 7 — холодильник, 8 — ящик для провизии, 9 — плита, 10 — раковина для слива воды, 11 — раковина для мойки посуды, 12 — столы, 13 — кладовая, 14 — холодная кладовая, 15 — шкаф для хранения фруктов.

Конструкция пассажирских В. Кроме безопасности и прочности от вагонов

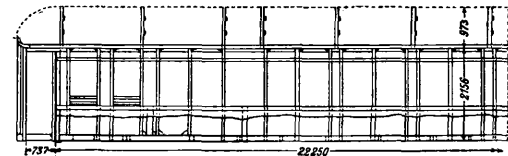
рессор и эллиптич. поперечных рессор между люлечным и шкворневым брусом. Общий прогиб всего рессорного устройства в этом В. равен 240 мм, т. е. в 8 раз больше, чем в товарном. Большие тележечные 4- и 6-осные В. имеют гораздо более мягкий, плавный и бесшумный ход по сравнению с двухосными, так как благодаря большему моменту инерции масс качания тяжелых В. совершаются медленнее, т. е. более плавно. В тележке устраивается люлечная подвеска, дающая возможность кузову плавно качаться в поперечном направлении; наконец тележка, передающая вес В. в одной точке (через шкворень), при восхождении переднего колеса на препятствие высотой  $a$  вследствие вращения вокруг точки касания второго колеса с рельсом поднимает кузов (допуская, что рессоры не успели прогнуться) лишь на величину  $\frac{a}{2}$ , т. е. уменьшает вдвое толчки от тележки к кузову без воздействия рессор. Четырехосный тележечный В. гораздо плавнее и свободнее проходит кривые, ибо тележка, вращающаяся на

шкворне, имеет базу всего в 2,5 м вместо 8—9 м базы двухосных В. Наконеч тележки, соединяясь с кузовом лишь в двух точках (шкворнях), гораздо меньше передают шум вагона и гул движения внутрь В.

Кузов В. состоит в большинстве случаев из деревянного остова, обшитого с внутренней и наружной стороны тонкими досками с прокладкой из теплоизолирующих материалов (пробки, войлока). Кузов опирается на сильную металлическую раму, передающую вес на колеса и воспринимающую все внешние толчки и усилия. Такая конструкция опасна при сходах с рельс и крушениях, так как в этих случаях сильная рама одного В. разрушает деревянный кузов соседнего; поэтому 20 лет тому назад в Америке и сравнительно недавно в Европе стали строить кузова пассажирских В. из стали. Такая конструкция утяжеляет В., но значительно повышает безопасность движения, т. к. металлический В. не разбивается в куски, а получает лишь местные деформации, хотя иногда и весьма значительные. Наши дороги также приступают к введению В. с металлическим

шкворне, имеет базу всего в 2,5 м вместо 8—9 м базы двухосных В. Наконеч тележки, соединяясь с кузовом лишь в двух точках (шкворнях), гораздо меньше передают шум вагона и гул движения внутрь В.

Отопление. Простейшим прибором для отопления служит чугунная печь. Удобства его — простота и дешевизна оборудования; недостатками этого отопления являются крайняя неравномерность  $t^\circ$  в В., особенно при наличии перегорелок, негигиеничность и опасность в пожарном отношении. На европейских и америк. дорогах применяется паровое отопление, при чем пар берется от паровоза. Отопление состоит из сети ребристых или, лучше, гладких труб, располагаемых вдоль наружных стен В. или под диванами, и магистральной трубы, расположенной под вагоном и питающей отопительную сеть. Эта система хорошо работает в мягком климате З. Европы, но не вполне подходит к нашим суровым условиям, т. к. у нас В. сильно остывают в то время, когда состав находится без паровоза. Поэтому у нас вагоны отапливаются паром не от паровоза, а от специальных В.-паровиков. По такой системе производится у нас отопление пригородных поездов. Для дальнего же беспересадочного сообщения, при к-ром поезда комбинируются на пути из разных вагонов, каждый вагон в отдельности снабжается паровым котлом или печью водяного отопления. Особенно удобным оказалось водяное отопление по легкости ухода и малому расходу топлива. Расположение труб при водяном отоплении то же, что и при паровом; циркуляция воды в сети обеспечивается разницей удельных весов горячей (прямой) и охлажденной (обратной) воды в трубах.



Фиг. 4.

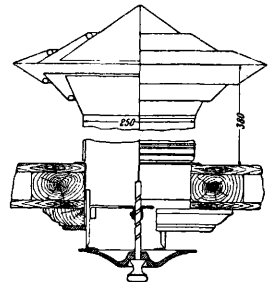
кузовом (на первых порах — для электрифицированного пригородного движения). На фиг. 4 представлен стальной кузов американского пассажирского В., по типу которого строят и наш.

Окна наших В., в отличие от заграничных, снабжаются двойными рамами для предупреждения сильного обмерзания окна и порчи В. при оттаивании их. Оконные рамы в заграничных В. ставят металлические, у нас — деревянные.

Освещение В. бывает свечное, газовое и электрическое. Свечное освещение, несмотря на свою примитивность и недостаточность, оказывается наиболее дорогим. Наиболее дешевым является газовое освещение, при к-ром применяется весьма теплопроводный нефтяный светильный газ, нагнетаемый под давлением 7 atm в реципиенты под В. Через особый регулятор, понижающий давление до 1—1,5 м водяного столба, газ подводится к горелкам с сетчатыми пачками, дающими силу света до 50—70 свечей. Присутствие под В. нескольких реципиентов сжатого газа представляет известную опасность пожара при крушениях; поэтому, в связи с некоторыми другими недостатками, газовое освещение вытесняется электрическим, при котором энергия получается от генератора постоянного тока, вращаемого ремнем от вагонной оси. Непременной частью электрич. освещения является аккумуляторная батарея, заряжаемая тем же генератором и дающая ток для освещения во время стоянок и на малых скоростях движения. Один агрегат, состоящий из генератора и батареи, достаточен для освеще-

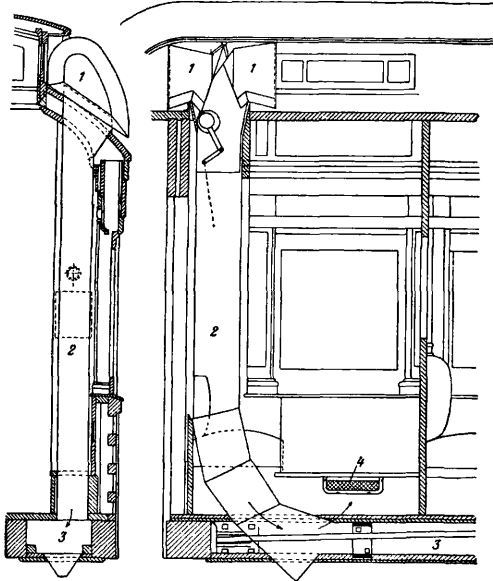
щения 10 В., поэтому лишь  $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{10}$  часть В. снабжается генераторами. Расход энергии на освещение поезда совершенно незаметен, тем не менее стоимость электрического освещения довольно высока благодаря значительным затратам на первоначальное оборудование и высоким расходам по содержанию оборудования, особенно батареи.

Вентиляция. От вентиляции пассажирских вагонов требуется, чтобы содержание углекислоты в воздухе составляло не более 1 : 10 000. Вентиляция осуществляется установкой на крыше вагонов вентиляторов в виде вытяжных труб с такими наконечниками, которые под влиянием ветра или движения поезда обеспечивали бы достаточное высасывающее действие. На фиг. 5 показан такой вентилятор, которым оборудовано большинство наших пассажирск. вагонов. Для достаточной вентиляции необходим 10—15-кратный обмен воздуха в час. В наших В. предусмотрена только вытяжная вентиляция, так как предполагается, что, благодаря неплотности стенок В. и частому открыванию дверей, будет подводиться достаточное количество свежего воздуха. В З. Европе и особенно в Америке, кроме вытяжных устройств, в общем не отличающихся от наших, предусматривается еще впуск свежего воздуха



Фиг. 5.

особыми каналами. Одно из таких устройств показано на фиг. 6. Воздух, засасываемый раструбом 1, опускается по трубе 2 в пространство 3, откуда через отверстия 4 входит внутрь В. Устройство должно допускать



Фиг. 6.

регулирование вентиляции соответственно переменным условиям службы вагона (жара, холод, ветер, различная скорость, различное число пассажиров).

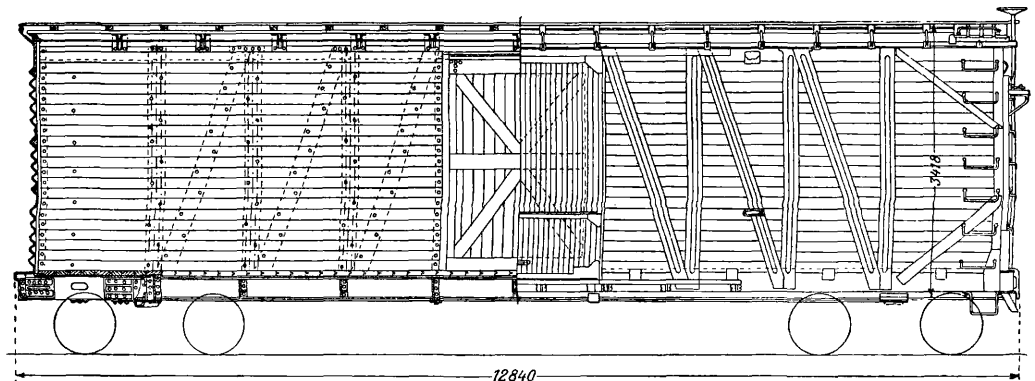
**Б. Товарные В.** Группа товарных вагонов обнимает целый ряд типов; главные из них: крытые В., платформы, полувагоны, цистерны и изотермические В.

1) Крытые В. являются основным, универсальным типом вагонов и служат у нас

на железную раму ящики, стенки и крыша которых составлены из деревянной обшивки, толщиной от 20 до 35 мм. В боковых стенках имеется по одной задвижной двери и по два люка, расположенных в верхней части стенок. Обшивка крыши покрыта кровельным железом или просмоленной парусиной. Пол настилается из досок толщиной 50 мм.

Товарный В. должен: 1) быть прочным, 2) быть настолько плотным, чтобы не давать потери груза, погружен. насыпью, 3) иметь возможно меньшее отношение тары (веса порожнего В.) к весу груза, 4) обеспечивать груз от похищения и, наконец, 5) давать возможно больший вес на погонную единицу пути. Большая часть нашего крытого вагонного парка состоит из В. «нормального типа», спроектированного в 1892 году для подъемной силы 12,5 т (750 пд.), затем повышенной до 16,5 т (1 000 пд.) без существенного усиления основных его частей. Этот тип В. удовлетворяет третьему и четвертому условию, но не удовлетворяет первому, второму и пятому. При проектировании нового товарного В. особое внимание было обращено на усиление его и на замену, где это возможно, деревянных частей металлическими. Наиболее серьезным является вопрос о числе осей, т. е. о выборе между европ. и америк. системами. Европ. крытый В.—двухосный, невысокой подъемной силы (15—20 т), но большого объема (около 2½—3 м³ на т подъемной силы); он, следовательно, приспособлен для легкого и громоздкого груза. В Америке же применяется четырехосный вагон большой подъемной силы (40—50 т), но малого объема (около 1,75—2 м³ на т), приспособленный для массового тяжелого груза (фиг. 7).

Большегрузный В. обладает следующими технич. преимуществами: а) число В. в поезде уменьшается в 2—3 раза, вследствие чего набегание В. друг на друга



Фиг. 7.

для перевозки всевозможных грузов, в отличие от европ. и американ. ж. д., где такие массовые грузы, как уголь, руда, кокс, перевозятся всегда в специальных В. Эта универсальность дает значительно лучшее по сравнению с заграницей использование В., т. е. более высокий суточный пробег при общем меньшем порожнем пробеге. Крытые В. составляют 70% общего состава наших товарных В. и представляют собой поставленные

значительно меньше; благодаря этому стяжные приборы испытывают меньшие усилия, и, следовательно, поезд легче и безопаснее обслуживается паровозом; б) длина поезда уменьшается на 30%, что облегчает его обслуживание на станциях и сокращает на 30% расходы по постройке станционных путей; в) большегрузный В. при одинаковой с малогрузным В. подъемной силе и прочности имеет меньший вес (отношение тары к

подъемной силе в американском В. составляет 0,45—0,50, а в европ.—0,55—0,60); г) поезд из большегрузных В. имеет на 5% меньшее сопротивление движению, чем поезд той же грузоподъемности из малогрузных В.

С точки зрения эксплуатации надо отметить следующие преимущества большегрузных В.: а) маневры сокращаются и ускоряются в 2—3 раза, так как в 2—3 раза уменьшается в поезде число В.; б) число документов, выписываемых на поезд, также уменьшается, что сокращает контрольный труд; в) облегчается надзор за сохранностью груза.

Большегрузные В. имеют большое значение для дальнейшего развития нашего ж.-д. хозяйства, как показывает следующий расчет. Предельным числом В. в поезде надо считать 75, и, следовательно, наибольшим возможным весом поезда при двухосных В. надо считать около 1500 т; при большегрузных же В. вес поезда может быть, как показывает опыт дорог С.-А. С. Ш., свыше 3 000—4 000 т. Предельная пропускная способность однопутн. линии—16 пар. Поэтому при малогрузных вагонах на линиях, где густота движения достигла 16 пар, необходимо строить вторые пути, по километровую стоимость которых надо считать около 60 000 р. При введении большегрузных В. с сильными сцепными приборами эта необходимость отсрочивается на много лет, а увеличение пропускной способности достигается развитием станционных путей, что обходится в несколько раз дешевле, чем постройка второго пути.

Однако, несмотря на такие очевидные преимущества большегрузных В., введение их встречает большие затруднения, во-первых, вследствие неприспособленности наших заводов к их изготовлению, во-вторых, вследствие некоторых неудобств при погрузке и выгрузке, а главным образом вследствие неприспособленности наших элеваторов и портовых устройств к таким большим В. В нашем государственном хозяйстве отправители и получатели являются настолько крупными организациями, что накопление грузов в 40—50 т не должно представлять особенных трудностей. Тем не менее необходимо считаться с тем обстоятельством, что в течение переходного периода использование большегрузных вагонов будет недостаточно полно и неизбежны будут поэтому разные тарифные льготы, чтобы приохотить клиентуру к новым вагонам.

Большегрузный В. спроектирован универсальным, на стальном остова, с достаточно прочными рамой и обшивкой для погрузки и перевозки таких грузов, как уголь, чугун, соль и т. п. Стальной остов В. имеет вид фермы с раскосами, работающими на растяжение. В каждой боковой стенке имеется одна дверь, но для облегчения нагрузки и выгрузки предполагается строить также В. с двумя дверями в каждой боковой стенке. Рама В. приспособлена для постановки центрального автомата, сцепного прибора и состоит из двух хребтовых балок, воспринимающих все продольные усилия. Для передачи усилий от боковых буферов предусмотрены весьма сильные буферные

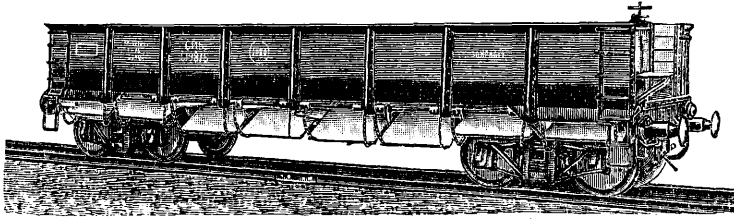
брусья. Сцепной прибор—несквозной, с винтовой «объединенной» стяжкой, к-рый в будущем, без всякой переделки рамы В., м. б. заменен сильной автоцепью. В. опирается своими шкворневыми пятниками на две тележки американ. типа. Оси—типа «Д», рассчитанные для нормальной нагрузки в 18 т, что соответствует действительности, т. к. при tare вагона в 22 т и грузе в 50 т полный вес В. составляет 72 т. Отношение тары к подъемной силе равно 0,44. Для всех типов большегрузных вагонов (угольных, платформ, цистерн и т. п.) обязательны стандартные шкворни, оси, буксы, подшипники, тормозные башмаки и тормозные колодки. Все большегрузные вагоны снабжаются автоматическим тормозом.

В виду того, что наши заводы до окончания своего переоборудования не могут перейти исключительно на производство большегрузных вагонов, они еще продолжают строить двухосные 20-т В., представляющие улучшенный и усиленный тип нашего нормального вагона и имеющие следующую характеристику: тара тормозного вагона 12 т, нетормозного—9,4 т; отношение тары к подъемной силе 0,47—0,56; объем на т подъемной силы 2,27 м<sup>3</sup>.

2) Платформы. Следующей по своему количественному значению в нашем парке является вагон-платформа; она используется главным образом для перевозки леса и поэтому должна проектироваться применительно к перевозке такого груза. Громоздкость лесных грузов заставила даже при двухосном вагоне увеличить длину платформы с 6,4 до 9 м, чтобы лучше использовать подъемную силу платформы. Т. к. на платформах кроме лесных грузов перевозятся еще сыпучие грузы, то платформа имеет борта высотой 0,23 м. Однако эти борта имеют столь малую высоту, что при погрузке такого сравнительно тяжелого груза, как уголь, на платформе нельзя поместить больше 10 т угля, т. е. можно использовать всего 0,6 подъемной силы. Особенность перевозок: с севера на юг (в Донецкий бассейн)—леса, который можно перевозить только на платформах, а с юга на север—угля, который с полным использованием можно перевозить лишь в крытых или специальных вагонах, поставили на очередь вопрос о приспособлении платформы к перевозке угля. Для этого необходимо бортам платформы дать такую высоту, к-рая позволяла бы грузить уголь до полной подъемной силы платформы. Однако это представляет довольно трудную конструктивную задачу, а главное—увеличивает мертвый вес (тару) В. на 0,5—1,0 т. В конструктивном отношении платформа представляет собой вагон без кузова; к полу приделаны откидывающиеся борта, и кроме того в полу имеются гнезда для установки временных стоек, служащих для упора и увязки такого громоздкого материала, как лес, хлопок, сено, пакля и т. п. Отношение тары к подъемной силе для платформ, вследствие большей их длины, такое же, как и в крытых вагонах.

3) Полувагоны. Перевозить в крытых В. такой массовый груз, как каменный

уголь, неудобно, т. к. механич. погрузка и выгрузка для крытого вагона затруднены; поэтому во многих случаях уголь выгоднее перевозить в специальных открытых (без крыши) вагонах, называемых полувагонами. В полувагоне легко устроить саморазгрузочные приспособления, и кроме того вследствие меньшего объема отношение тары к подъемной силе благоприятнее, чем для крытого, колеблясь в пределах 0,27—0,45. Полувагоны европейских дорог строятся двухосными, с торцевыми стенками, могущими вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей по верху полувагона. Для разгрузки употребляется приспособление, приподнимающее один конец полувагона; на



Фиг. 8.

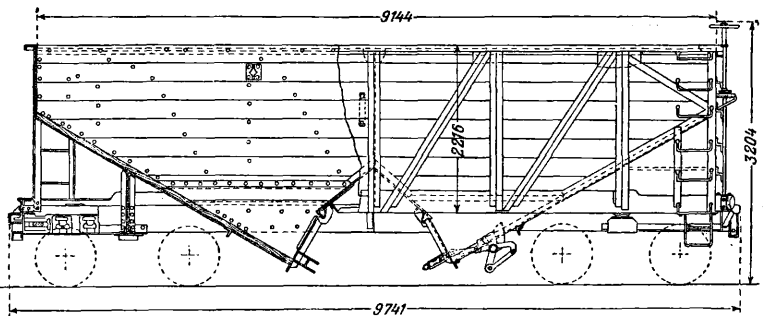
другом конце торцевая стенка поворачивается, и груз высыпается через образовавшуюся щель. Американские полувагоны, отличающиеся от европейских величиной, имеют подъемную силу от 47 до 110 т и строятся трех типов: а) простой В. без разгрузочных приспособлений, наиболее мощный и легкий, с отношением тары к подъемной силе 0,27—0,35, предназначенный для экспорта угля и разгружающийся опрокидыванием; б) разгружающийся вдоль длины (Gondola Car), изображенный на фиг. 8, и в) разгружающийся посередине (Hopper Car), изображенный на фиг. 9. Применение второго или третьего типа зависит от рода разгрузочных устройств у получателя груза. Объем на 1 т подъемной силы делается около 1 м<sup>3</sup>. Нагрузка на ось от 18 до 26 т; нагрузка на погонный м от 5 до 9 т. Для перевозки руды применяются В. такого же типа, но более короткие и менее емкие вследствие большого удельного веса груза. В этих вагонах объем на 1 т подъемной силы — около 0,38 м<sup>3</sup>, а нагрузка на погонный м доходит до 13 т.

4) В.-цистерны. Для перевозки жидких грузов применяются В.-цистерны, состоящие из горизонтального цилиндрического котла, расположенного на двухосной или четырехосной раме. В зависимости от перевозимых грузов цистерны можно разделить на три группы: 1) цистерны с малыми котлами — для тяжелых жидкостей (кислот, соляных растворов), 2) обычные цистерны со сливными приборами в дне — для нефтяных грузов (нефть, мазут, смазочные масла, керосин) и 3) цистерны для легко воспламеняющихся жидкостей (бензин, газолин,

бензол), снабженные предохранительными клапанами и сетками, чтобы воспрепятствовать скоплению и воспламенению газов; цистерны этого рода не имеют сливных приборов и опоражниваются сифонным приспособлением через колпак. Наша большегрузная цистерна, емкостью в 50 м<sup>3</sup>, в 3,3 раза больше средней двухосной цистерны. Длина поезда из таких большегрузных цистерн в 2,2 раза меньше длины поезда той же емкости из двухосных цистерн. Отношение тары к подъемной силе в большегрузной тормовой цистерне такое же, что и в нетормозной двухосной цистерне (0,45), но при этом большегрузная цистерна гораздо прочнее. На фиг. 10 (см. ст. 235—6) дан чертеж американской большегрузной цистерны с котлом в 37,5 м<sup>3</sup> (10 000 американск. галлонов). При перевозке застывающих жидкостей (парафинистая нефть, растительные масла) в холодное время должны применяться при выгрузке разогревающие приспособления в виде змеевиков, по которым пропускается пар. Если же

груз пробегает не очень большое расстояние, то предпочтительнее давать котлу цистерны тепловую изоляционную оболочку, чтобы груз, налитый в цистерну горячим, не застыл до прихода на место назначения.

5) Изотермические В. В изотермическом В. для перевозки скоропортящихся грузов отношение тары к подъемной силе (считая только полезный груз) составляет 1,0 и даже 1,25, что объясняется, во-первых, особую тяжеловесностью этих В. благодаря устройству изоляции, а во-вторых, легковесностью грузов. Естественно, что при такой высокой tare и больших накладных рас-



Фиг. 9.

ходах тариф на скоропортящиеся грузы в изотермических В. значительно выше, чем в обыкновенных (см. *Вагоны изотермические*).

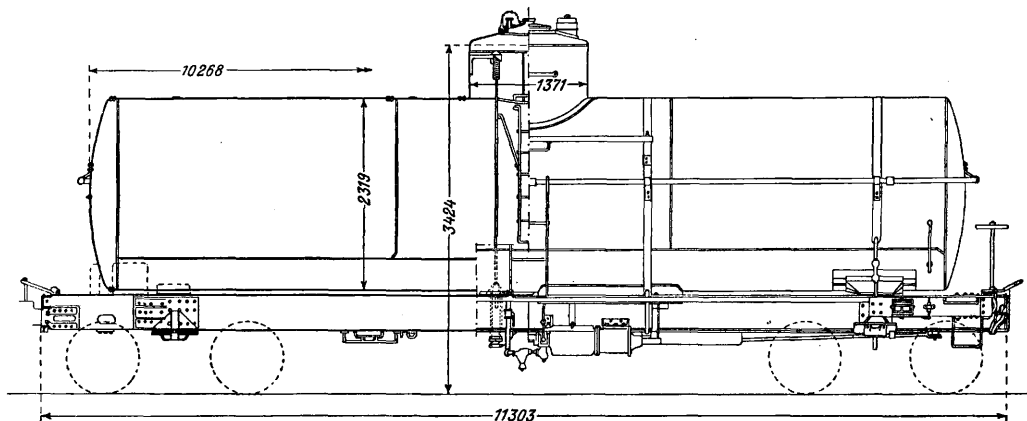
При развитии каких-либо особых перевозок бывает целесообразно применять специальные вагоны для перевозки крупного и мелкого скота, птицы, лошадей, кокса, спирта и т. п. Необходимо упомянуть еще об одном специальном типе перевозок, — о перевозках в стандартных ящиках, устанавливаемых на приспособленные платформы; эти перевозки приобретают серьезное значение для перевозки дорогих грузов в связи с развитием



автотранспорта. Этот способ, при котором товар от отправителя до получателя не подвергается ни нагрузке, ни выгрузке, т. е. ящики поднимаются целиком при помощи кранов, наиболее гарантирует сохранность

тормозные, измерительные путевые, теплотехнические.

**В. Технические условия.** На постройку В. всех наименований НКПС выработал специальные технические условия (812 ТУ 25).



Фиг. 10.

и целость груза, а также скорость доставки. Кроме того, существует еще целый ряд специальных служебных вагонов, как-то: динамометрические, испытательные

В табл. 1 приведен список наиболее важных деталей В. с указанием материалов, из которых они изготавливаются, и технич. условий, которым они должны удовлетворять.

Табл. 1.—Технические условия на материалы для постройки вагонов.

Наименование частей	Материал	Важнейшие требования технических условий
Пята тележки	Чугунное литье марки Чг 1	При испытании на изгиб для расстояния между опорами $l = 600$ мм разрушающим напряжением $R \geq 32$ кг/мм <sup>2</sup> , прогиб $h \geq 8$ мм
Буксы, скользуны тележки, буксовые направляющие	Чугунное литье марки Чг 3	$R \geq 24$ кг/мм <sup>2</sup> , $h \geq 4$ мм
Колосники, тормозные колодки и проч. неотчетственные части	Чугунное литье марки Чг 3	Испытаний не производится
Заклепки, котельн. листы, трубы	Сталь марки Ст 2	Временное сопротивление на разрыв $R = 35-42$ кг/мм <sup>2</sup> , удлинение $i \geq 26\%$
Фасонное, швеллерное и полосовое железо, рессорные хомуты, тормозные тяги, резервуарное железо	Сталь марки Ст 3	$R = 37-44$ кг/мм <sup>2</sup> , $i \geq 22\%$
Фасонное и полосовое железо, не требующее сварки, буксовые струнки, скобы, дверные тормозные тяги и рычаги, не требующие сварки, рессорные подвески	Сталь марки Ст 4	$R = 40-50$ кг/мм <sup>2</sup> , $i \geq 20\%$
Балансиры, опорные призмы, тормозные валики, буксовые направляющие	Сталь марки Ст 5	$R = 50-60$ кг/мм <sup>2</sup> , $i \geq 16\%$
Бандажи	Сталь марки Ст 6	Временное сопротивление разрыву $R \geq 60$ кг/мм <sup>2</sup> ; удлинение $i \geq 12\%$ ; предел упругости 25 кг/мм <sup>2</sup> . Ударная проба тремя ударами с высоты 4,25 м баббей весом 1 т. После ударов бандаж не должен показывать признаков разрушения

Наименование частей	Материал	Важнейшие требования технических условий													
Буксы стальные	Стальное литье из стали марки Ст 1	Испытание на разрыв при $R \geq 33 \text{ кг/мм}^2$ , $i = 28\%$													
Подшипники	Бронзовое литье № 5, состава: меди 87%, олова 2,5%, свинца 3,5%	Отсутствие внешних недостатков: трещин, свищей, раковин и пр.													
Баббит (антифрикционный сплав) для подшипников	Для пассажирских вагонов 2 К; для товарных 3 К.	Состав баббита													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2 К</th> <th>3 К</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Олова . . . . .</td> <td>12%</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Сурьмы . . . . .</td> <td>15%</td> <td>16 %</td> </tr> <tr> <td>Свинца . . . . .</td> <td>70%</td> <td>82,5%</td> </tr> <tr> <td>Меди . . . . .</td> <td>3%</td> <td>1,5%</td> </tr> </tbody> </table>		2 К	3 К	Олова . . . . .	12%	—	Сурьмы . . . . .	15%	16 %	Свинца . . . . .	70%	82,5%	Меди . . . . .
	2 К	3 К													
Олова . . . . .	12%	—													
Сурьмы . . . . .	15%	16 %													
Свинца . . . . .	70%	82,5%													
Меди . . . . .	3%	1,5%													
За последнее время получил распространение баббит с щелочно-земельными металлами состава: свинца 95—96%; кальция 1,5—2,5%; стронция 1—0%; бария 1—0%; меди 1,2%															
Рессоры и пружины	Изготавливаются из стали марки Ст 7	Сопротивление изгибу рессорной стали (без появления остаточного изгиба) в закаленном состоянии—95 кг/мм <sup>2</sup> . Изготовленные пружины или рессоры подвергаются действию груза, вызывающего напряжение около 100 кг/мм <sup>2</sup> , при чем усадка рессоры д. б. не больше 3%, а пружина после двукратного обжатия не должна давать осадки													
Рессорная и пружинная сталь	Сталь марки Ст 7	$R = 70—85 \text{ кг/мм}^2$ , $i \geq 8\%$													
Стойки и раскосы кузова	Дуб	Влажность не выше 24%													
Обшивка, обвязка, пол	Сосна, ель	Влажность не выше 22% для внешних и 18% для внутренних частей													
Мебель, оконные рамы, обвязка двери	Дуб	Влажность не выше 18%													
Оси	Сталь марки Ст 5	Временное сопротивление на разрыв $R = 50—60 \text{ кг/мм}^2$ ; удлинение $i \geq 16\%$ . Ударная проба пятью ударами бабы весом 0,5 т с высоты 7 м, при расстоянии между опорами 1,5 м и при переворачивании оси после 1-го и 3-го удара. После пробы не должно обнаруживаться излома, надрывов и трещин													
Центры	Кованые сварные из железа; литые из стали марки Ст 1; дисковые, изготовленные из стальной болванки прокаткой и штамповкой	Ударная проба при вертикальном положении центра бабой весом 0,5 т с высоты 1 м. Спицевые центры подвергаются двум ударам вдоль спиц и двум ударам между спицами. Дисковые — двум ударам. После ударов не должно быть признаков излома, надрывов и трещин													
Упругие тяговые приборы	Крюки, стержни, хвостовики, т. е. части, подлежащие сварке, — из стали марки Ст 2; скобы, винты и прочие части — из стали марки Ст 5	Собранный упругий прибор испытывается усилием 20 т, при чем не должно обнаруживаться каких-либо деформаций													

Лит.: Арциш В., Вагоны русских ж. д., 4 изд., Пенза, 1912; Блюм, Борис и Баркгаузен, Подвижной состав и мастерские ж. д., т. 2. Вагоны, автоматические тормоза, подвижной состав электрических ж. д. и т. д., пер. с нем., СПб, 1903; Г и н ц у р г В., Две системы вагонов 3-го класса, «Ж.-д. дело», СПб, 1906, 1; Дадыко С. Р. и Мартынов Н. Д., Вагонное дело, 2 изд., М., 1926; Г и н-

д е н т а л ь Г., Подвижной состав, т. 2, Берлин, 1926; Колосунин В. Ст., Вагоны, Томск, 1926; Короткович М. А., Ремонт ж.-д. вагонов, 2 изд., М., 1927; его же, Техническ. содержание ж.-д. вагонов, М., 1923; К о т е л ь н и к о в А. И., Краткое рук-во при приеме товарных вагонов, М., 1915; К р ж и ч к о в с к и й К. К., Одна ненормальность, случавшаяся часто на практике в нормальном вагоне, СПб, 1912;

Ларионов А. М., Тов. вагон «крытый-платформа», СПб, 1912; Любимов А., Больные тов. вагоны и их ремонт, Пенза, 1908; Любимов А., Теплушки для перевозки людей на русск. ж. д., Пенза, 1909; Марцинкевич А., Пассажиры вагоны русских ж. д., Ростов н/Д., 1924; Нольтейн Е. Е., По поводу последнего усовершенствования «норм. тов. вагона» (на правах рукописи), М., 1907; Прикловский И. Н., Малый текущий ремонт товарных вагонов, Екатеринбург, 1917; Путирин Д. П., Краткое рук-во при освид. и приемке тов. вагона, П., 1915; Сопрунов П. Н., Ж.-д. вагоны и их части, М.—Л., 1927; Чечотт А. О., Подвижной состав и тяга поездов, П., 1922; О'Руркан А. Н., Пассаж. вагоны швейцарских и прусских ж. д., СПб, 1912; Янушевский И. П. С., Динамометрический вагон, Ростов н/Д., 1914; Архангельский И. П. С., Экономические большегрузные вагоны, Труды Экономич. бюро при НКПС, вып. 2, М., 1926; Ставровский В. А., Тов. вагоны для ж.-д. магистралей усиленного типа, Труды НТК НКПС, вып. 21, Москва, 1925; Дрейер О. О., О большегрузных вагонах, Труды XXII Съезда сл. экспл. русск. ж. д., М., 1926; Красовский И. П. И., О проектируемом типе большегрузного крытого товарного вагона, Труды XXXIV Съезда инж. тяги русск. ж. д., М., 1925; Сушинский В. Б., Об условиях вентиляции и отопления пассаж. вагонов, Протоколы засед. XVIII Совещат. съезда инж. подв. сост. и тяги русск. ж. д., стр. 151, СПб, 1927; Пашковск И. М. Ю., Об отоплении и вентиляции пассаж. вагонов, Протоколы заседаний XXV Совещательного съезда инженеров подвижного состава и тяги русск. ж. д., т. 2, стр. 227, СПб, 1908; American Railway Association, Car Builders' Cyclopedia of American Practice, N. Y., 1925; Behnke F., Eisenbahnwagenbau, Leipzig, 1922; Kreissig E., Theoretisches aus d. Waggonbau, Ein Hilfsbuch für d. Entwerfen u. Berechnen d. Eisenbahnfahrzeuge, Lpz., 1925; Kreissig E., Übersicht über den Waggonbau, 2 Aufl., Lpz., 1927; Hartough E. W., Car Inspector's Handbook, N. Y., 1927; Hartough E. W., Handbook of Steel Car Repairs, N. Y., 1924; Hartough E. W., Car Truck a. Draft Gear Maintenance, N. Y., 1925; Hartough, E. W., Handbook of Wooden Car Repairs, N. Y., 1925; Netter J., Voitures et wagons, P., 1927; Паарт, Das selbsttätige Kuppeln von Eisenbahnhwaggen, Leipzig, 1925; Railway Carriage a. Waggon Builder's Pocket Book, L., 1926/7; U. S. Safety Appliances for all Classes of Cars and Locomotives, Virginia, 1927; Die Güterwagen d. deutschen Reichsbahn, B., 1927. П. Красовский.

## II. В. трамвайные.

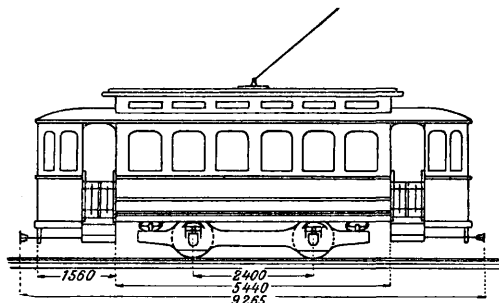
Трамвайные В. предназначены для перевозки пассажиров и ручного багажа по городским и, часто, пригородным ж. д., приспособленным для электрич. тяги. Прототипом трамвайных В. были В. с конной тягой, часть к-рых впоследствии была переделана на электрическую тягу.

Первый трамвайный В. с электрич. тягой был построен в 1834 г. в Америке по идее кузнеца Томаса Девенпорта. В. был снабжен электродвигателем, приводимым в движение батареей гальванич. элементов. После этого на протяжении более чем 40 лет производились лишь отдельные, но совсем удачные попытки устройства В. с электрич. тягой. Первый электрич. трамвай, протяжением 2,45 км, был построен в Гросс-Лихтерфельде под Берлином в 1881 году; циркулировавшие В., весом около 5 т, питались энергией от электрич. станции. В С.-А. С. Ш. первый электрич. трамвай был построен в 1888 г. протяжением в 19,2 км; 40 В. этой линии имели по 2 мотора нормальной мощности в 7 HP. В России сооружение первого трамвая относится к 1891 г. (Киев).

Основной тип трамвайного вагона в Западной Европе и СССР — пассажирский; вагоны специального назначения: почтовые, грузовые, ремонтные платформы, снегоочистители применяются в сравнительно небольшом количестве.

Нормальные В. электрич. трамваев подразделяются на моторные и прицепные. Размер тех и других определяется числом мест для сидения (иногда числом всех вмещаемых пассажиров). Вагоны на 16—20 мест для сидения имеют длину 7—8 м; вес их без электрич. и пневматич. оборудования от 6 до 7,5 т. В. с числом мест свыше 20 имеют длину ок. 9 м и более, и вес их без оборудования от 8 до 10 т. Наиболее распространены В. вместимостью по числу мест для сидения в 24—26 мест. В Америке, где получили сильное распространение пригородные и междугородные электрич. ж. д., применяются преимущественно большеместные В. с числом мест для сидения 40 и более. Ширина В. снаружи варьирует в пределах 2 020—2 300 мм; америк. большеместные В. имеют ширину 2 500—2 600 мм. Высота В. от головки рельса 3 050—3 400 мм.

Помимо общих с ж.-д. В. частей — кузова с рамой, тележки с осями, колесами, буксами и рессорами и тягового прибора, — трамвайные В. имеют электрическое и тормозное оборудование, предохранительные щиты и сетки и пр. В. прежних типов имели закрытый кузов и открытые по концам площадки; открытые площадки теперь выходят из употребления, и наиболее широкое распространение получил тип В. с закрытым кузовом и полукрытыми площадками (фиг. 11). В последнее время начали применять В. с концевыми площадками закрытого типа с дверями; эти В. лучше предохраняют от холода и сквозняков вагоновожатого и пассажиров, находящихся на площадках. За границей существуют вагоны, имеющие одну центральную площадку по середине В. (В. со средним входом), а также с площадками и по середине и по концам В. В. со средним входом без концевых площадок представляют известные удобства для едущих, но

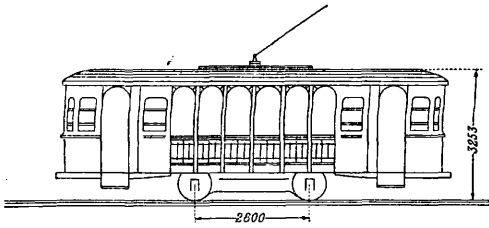


Фиг. 11.

при большой скученности пассажиров создаются затруднения при обмене пассажиров на стоянках; кроме того, каждая половина вагона должна быть обслуживаема особым кондуктором. Такие В. у нас не получили распространения и лишь несколько таких В. имеются в инвентаре московского трамвайного парка. В Америке ограничиваются иногда одной площадкой по середине вагона и одной на конце.

Недостаточная вентиляция закрытых вагонов, особенно в жарком климате, делает их не удовлетворяющими условиям летнего

движения. Это обстоятельство вызвало применение В. открытого типа как моторных, так и прицепных. Такие вагоны обычно снабжаются сиденьями во всю ширину В. и сплошными подножками вдоль В. с каждой стороны. Последнее обстоятельство

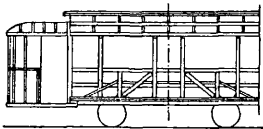


Фиг. 12.

служит причиной несчастных случаев с кондукторами во время сбора денег, и поэтому у нас эта конструкция вагона выходит из употребления. К более совершенному типу открытого В. относится В., имеющий открытый кузов по середине и полуоткрытые площадки по концам, при чем сидения располагаются в нем, как в закрытом. На фиг. 12 изображен такой 26-местный вагон тифлиского трамвая, постройки Мытищинского завода 1925/26 г.

Существуют т. н. «обратимые» В. (Convertible Cars), в к-рых стенки могут разбираться на летнее время; вследствие технич. трудностей изготовления подобных В. они применяются довольно редко.

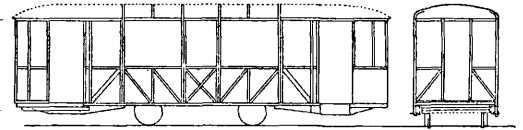
Каркас, или скелет кузова, трамвайных В. строится в З. Европе и у нас преимущественно из дерева, представляя собой систему взаимно соединен. стоек и продольных и поперечных брусьев.



Фиг. 13.

(На фиг. 13 изображен каркас кузова прицепного В. ленинградского трамвая.) Основные элементы каркаса выполняются из дуба, второстепенные части и половой настил—из сосны. В плоскостях продольных стенок кузова ставятся металлические шпунгеля, скрепляемые с подстенными продольными балками рамы кузова и предохраняющие кузов от расшатывания при продольной качке во время движения. Рама, составляющая нижнюю часть кузова, состоит из продольных и поперечных балок, обычно из шведлерного железа. Для придания каркасу большей прочности при меньшем весе, для повышения срока службы вагона и уменьшения опасности при пожарах в последние годы часто применяется конструкция стального каркаса. В таких случаях рама и кузов иногда соединяются в одну систему с железным остовом, при чем вагонную раму заменяет обшивочный лист во всю высоту подоконной части, усиленный внизу и сверху угловым железом; к листу прикрепляются стойки из таврового железа, которые наверху переходят в дуги сообразно очертанию крыши В. (шпангоуты). Боковые стенки соединяются поперечными балками из корытообразного

железа. На фиг. 14 приведена схема металлического каркаса кузова В. постройки з-да «Красный путилонец» 1926/27 г.; здесь вагонная рама заменена подоконной фермой раскосной системы, и обшивочный лист получил меньшую толщину. На случай аварии, приходящихся главн. обр. на лобовые части вагона, площадки устраиваются так, чтобы их можно было отделять от кузова для замены поврежденных частей. Крыша в трамвайных вагонах более ранних типов обыкновенно устраивалась со световым фонарем. В более поздних конструкциях световой фонарь изъят, и крыше придается дугообразное очертание, чем упрощается самая конструкция крыши и достигаются большие удобства потолочной армировки и больший простор внутри В. Крыша имеет наружную обшивку из дерева; поверх обшивки накладывается толстая парусина, тщательно прокрашенная. Между крышей и потолком прокладывается пробковая изоляция; самый потолок—из дерева высокого качества или березовой фанеры, или из америк. картона.



Фиг. 14.

Стенки кузова обшиваются листовым железом толщиной 1,5—3,2 мм в зависимости от конструкции каркаса.

Внутри трамвайные В. имеют изящную отделку: оконные и дверные рамы и панели—из дуба, тисса или красного дерева; сидения—из лакированных реек тех же пород дерева или мягкие (заграничные В.); все приборы—из белого металла или бронзы; окна, опускаемые или подъемные,—из зеркального или бежского стекла, при чем в В., предназначенных для теплого климата, иногда устраиваются также жалюзи. Скамьи располагаются или вдоль стенок В. или поперек с числом мест 2+1, а при ширине В. свыше 2 300 мм—с числом мест 2+2, либо часть вдоль и часть поперек. Нек-рые из возможных случаев расположения сидений на одной и той же полезной площади внутри В. приведены на фиг. 15, где I—продольные сидения (24 места), II—поперечные сидения (22 места), III—смешанный тип (24 места), IV—смешанный тип (26 мест). Размеры сидения на человека варьируют в пределах 410—500 мм. В потолке В. располагаются вытяжные вентиляторы и осветительные плафоны с лампочками. По обеим сторонам потолка пропускается ремень от кондукторск. звонка и обычно подвешиваются держалки для стоящих пассажиров; в нек-рых конструкциях держалки в виде скоб из металла прикрепляются к стенкам В. и к спинкам сидений. Устраиваемые по концам В. площадки снабжаются приборами для управления, верхними звонками для кондуктора и ножными звонками для вагоновожатого. Площадки отделяются от средней части кузова поперечными стенками с устроенными в них задвижными дверями на роликах. В нек-рых

конструкциях американск. В. с площадками закрытого типа площадки не отделяются от остальной части кузова, что делает возможным устройство в них сидений для пассажиров. Длина площадок 1 450—1 800 мм, а в американских вагонах — больше. Числовходных ступеней обыкновенно не более двух.

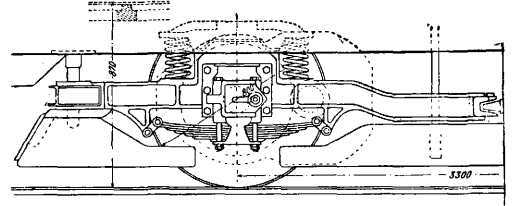


Фиг. 15.

В этих случаях применяются В. преимущественно большеместные, четырехосные. Московский трамвай в настоящее время также производит опыт применения четырехосных вагонов. База двухосного вагона, т. е. расстояние между осями, имеет размер 2 000—3 600 мм; этот размер определяется условиями прохождения по кривым участкам пути с малыми радиусами закруглений. В средних условиях размер жесткой базы, в зависимости от наименьшего радиуса  $R$  рельсовой кривой, равен  $\frac{R}{7}$  или несколько больше. В городах СССР  $R=16—20$  м, что в средних условиях дает базу 2,3—2,85 м. Особенное значение приобретает отношение полной длины В. (с площадками) к базе; для достижения более спокойного хода В. это отношение д. б.  $\leq 3,5$ .

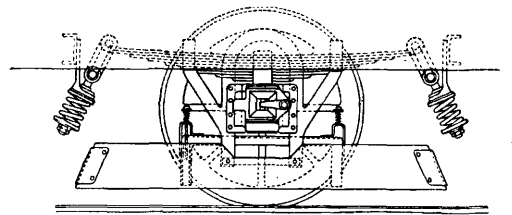
В двухосных трамвайных В. применяются: 1) две оси с жесткой базой, или 2) две одноосные тележки типа Нюрнберга-Беккера и др. (фиг. 16), или же 3) две свободные оси для прицепных вагонов (фиг. 17). Боковины тележек обыкновенно штампуются из листового железа (10 мм); для поперечных балок, соединяющих боковины тележки, применяется преимущественно коробчатое железо. Металлическая конструкция тележки служит вместе с тем основой для укрепления моторов и компрессора тормозного оборудования. Для поддержки кузова и для предохранения пассажиров от толчков служат подкузовные рессоры, располагаемые по ширине В. так, чтобы поддерживать кузов вблизи его края. Для за-

щиты пути от ударов со стороны В. служит вторая система рессор, посредством которых тележка опирается на осевые буксы. Колеса В., дисковые или спицевые, делают преимущественно из стали. В америк. трамваях находят широкое применение чугунные колеса, отливаемые особым образом из чугуна



Фиг. 16.

высокого качества (см. Вагонные колеса). Сталь для колес должна иметь (по нашим условиям) временное сопротивление не менее 36 кг/мм<sup>2</sup>, при удлинении не менее 16%. Бандажки изготовляются из литой мартеновской стали, однородной во всей массе; сопротивление на разрыв д. б. 60—70 кг/мм<sup>2</sup>, при удлинении не менее 12%. Оси проковываются или пресуются из литой стали и обрабатываются по всей длине. Сопротивление на разрыв д. б. от 50 до 60 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение — не менее 16%. Колесные скаты выделяются соответственно ширине колеи. В наших трамваях колея имеет ширину 1 524 мм (нормальная) и 1 000 мм (узкая); исключение составляет ростовский трамвай с колеи в 1 435 мм. За границей ширина колеи 1 435 и 1 000 мм. Главнейшие размеры ходовых частей нормализованы Всесоюзным трамвайным съездом (1925 г.): диаметр оси в междуступичной части, в зависимости от нагрузки, 110 и 120 мм; то же в ступице колеса 120 и 130 мм; диаметр шейки 90 и 95 мм; длина оси (полная) 2 070 мм для колеи в 1 524 мм и 1 685 мм



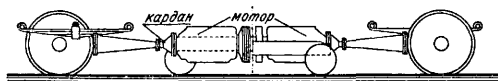
Фиг. 17.

для колеи в 1 000 мм; наружный диаметр колес по кругу катания 850 и 880 мм; наружный диаметр колесных центров 740 мм; высота бандажа для двух переточек 70 мм; для одной переточки 55 мм; ширина бандажа 83 мм. В конструкциях вагонов более современных типов применяются колеса диаметром 760, 720 и 660 мм.

Четырехосные В. в большинстве случаев снабжаются двумя двухосными тележками с жесткой базой в 1 600—1 800 мм; база В. 6 000 мм и более. На фиг. 18 представлен четырехосный моторный В. московского трамвая постройки Коломенского завода 1926/27 г.: число сидений 38, кузов металлический, моторы мощностью ок. 30 л.с.; полный вес В. 21,2 т. В зависимости от

характера оборудования электромоторами одна из тележек м. б. ведущей, другая—поддерживающей. Тележки имеют по отношению к кузову свободу поворота в горизонтальной плоскости, чем облегчается впи-

и упираются при помощи подвесных болтов с пружинами на траверсы тележки В. Шестерня зубчатой передачи на оси В. заключена в железный или стальной кожух.



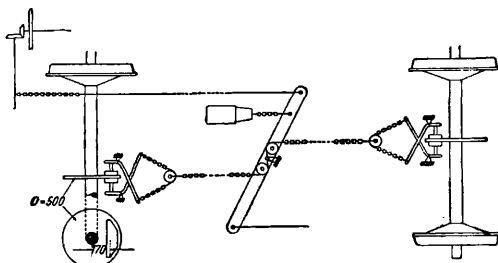
Фиг. 19.

Для осмотра моторов, шестерен и других частей в полу В. устраиваются люки с деревянными крышками. Контроллеры прикрепляются в стоячем положении к полу площадок В. В последнее время за границей стал находить применение способ прикрепления моторов непосредственно к раме кузова В. с передачей движения осям посредством кардана. Цюрихское трамвайное о-во выпустило в последние годы В., моторы которого расположены на отдельной вспомогательной тележке, помещенной между главными осями; диаметр колес этой тележки меньше диаметра колес главных осей (фиг. 19); передача от моторов—карданная; расстояние между главными осями 5 200 мм; подвеска кузова—при помощи листовых рессор. Этой конструкцией, при сравнительно большом размере базы двухосного В., достигается возможность вписываться в кривые

весьма малого радиуса. Трамвайные В. снабжаются ручным и пневматич. или электрич. тормозами. Наиболее распространенный тип тормоза—с колодками, по две колодки на каждое колесо. Интересной новостью в деле устройства тормозов трамвайных вагонов является сконструированный для прицепных вагонов в Германии «щипцовый» тормоз с передачей торможения на особый

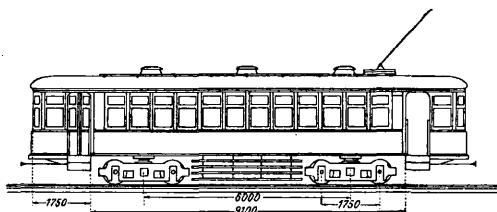
диск, насаживаемый на ось вагона (фиг. 20). Подобной конструкцией тормоза достигается значительное сбережение бандажей и рельсов и быстрое торможение.

К принадлежностям оборудования трамвайных В. относятся также тяговые и буферные приборы, предохранительные щиты



Фиг. 20.

для защиты движущихся частей, автоматические подвагонные сетки (как наиболее распространенный способ предохранения от тяжелых увечий) и воздушно-сифонные, клапанные или другие песочницы. Приборы



Фиг. 18.

сывание ходовой части В. на кривых участках пути. В С.-А. С. Ш. размеры четырехосного трамвайного В. городской сети стандартизированы Комитетом по стандартизации Американской ассоциации железных дорог. Эти размеры указаны в табл. 2:

Табл. 2.—Элементы американских трамвайных вагонов унифицированного типа.

Типы моторных вагонов	Число окон по фасаду	Полная длина, мм	Длина кузова, мм	Расстояние между осями тележек, мм	Число мест для сидения*	Вес с мотор.	
						25 Н, т	35 Н, т
С принадлежностями управления на каждой концевой площадке	12	13 576	9 462	6 539	48/56	14,6	16,8
	11	12 827	8 712	5 791	44/52	14,2	16,4
	10	12 077	7 963	5 042	40/48	13,8	16,1
С принадлежностями управления на одной площадке	12	13 576	9 462	6 539	48/62	14,1	16,4
	11	12 827	8 712	5 791	44/58	13,75	16,0
	10	12 077	7 963	5 042	40/54	13,4	15,65

\* На площадках этих В. имеются откидные сидения, которые опускаются лишь тогда, когда на площадках просторно; так. обр. число мест для сидения меняется. В знаменателе указано число мест с откидными сидениями.

Переходным типом от двухосного В. к четырехосному является тип четырехосного В. так наз. «максимальной тяги». Это—В. с двухмоторным оборудованием, на двух двухосных тележках с колесами различных диаметров; опоры кузова помещаются возможно ближе к ведущим осям; отношение нагрузок не более 7 : 3. В. максимальной тяги не нашел широкого распространения гл. обр. вследствие неполного использования сцепного веса В. В Англии применяется также конструкция трехосного трамвайного В. с одной двухосной поворотной тележкой и другой жестко закрепленной осью. По сравнению с В. максимальной тяги этот тип допускает более полное использование сцепного веса.

Электрич. оборудование двухосных моторных В. составляют: два электромотора с зубчатой передачей на ось вагона, укрепляемые на раме тележки, два контроллера, токоприемник (дуговой или роликовый), комплект сопротивлений, предохранителей, выключателей, медн. изолированных кабелей и лампочек для освещения. Моторы подвешены в пространстве, ограниченном полом кузова, колесами и мостовой,

для отопления В. пока еще не относятся к числу обязательного оборудования и потому применяются не во всех случаях.

Прицепные В. по принципам своего устройства в общем не отличаются от моторных, но конструкция их ходовых частей вообще более легкая, чем моторных В., т. к. отсутствуют нагрузки, вызываемые двигателями. Прицепные В. снабжаются приборами для освещения, ручным и автоматическим тормозами и другими принадлежностями второстепенного оборудования. Прицепные В. употребляются в меньшем количестве, чем моторные; в инвентаре союзных трамвайных линий они составляют ок. 30% общего количества В. Вопрос о применении прицепных В. решается гл. обр. с точки зрения расходов по содержанию персонала для обслуживания, организации движения (коммерческая скорость, расход энергии, длина перегонов) и веса В.

По развитию трамвайного вагоностроения в Америке принадлежит первое место. Уже в начале 1892 г. сеть американских трамваев и электрич. ж. д. определялась в 6 534 км с 8 892 В., а к 1897 г. протяженные сети достигли около 23 000 км, а число В. и электрич. локомотивов — 39 748 единиц. В Европе развитие трамвайных сообщений шло медленнее: к 1898 г. насчитывалось 2 259 км пути и 4 514 В. В СССР в настоящее время трамвайным сообщением пользуются 41 город. По протяжению сети и количеству В. первое место занимает Москва — 396,8 км одиночного пути и 991 В. (по статистич. сведениям 1925/26 г.). За нею следуют: Ленинград — 295,4 км и 996 В., Киев — 299,7 км и 302 В., Одесса — 226 км и 307 В. Общее инвентарное число вагонов на 1925/26 год составляло 4 062 единицы.

В дореволюционной России трамвайное вагоностроение не получило широкого развития: ок. 40% всего инвентаря ввозилось из-за границы. Значительная часть электрич. трамваев России находилась в руках бельгийских концессионеров, которые были заинтересованы в зарубежных вагоностроительных и электромеханич. з-дах и совершенно не обращались к услугам русской промышленности; этому способствовали также низкие таможенные тарифы на трамвайные В. Поэтому трамвайное вагоностроение не могло развиваться так, как, например, производство В. для паровых ж. д. Русские заводы начали изготовлять трамвайные вагоны лишь тогда, когда городские управы стали строить трамваи, и только благодаря застою в вагоностроительном деле ряд заводов приступил к изготовлению трамвайных В.: Брянский, Коломенский, Мытищинский, Путиловский, Петербургский вагоностроительный, Русско-Балтийский, Сормовский, Тверской, «Двигатель» и «Феникс». Все указанные з-ды выпустили по 1914 год около 2 400 единиц, из которых около 75% было изготовлено в период 1908—1914 гг. Выпуск трамвайных В. за этот период по заводам показан в табл. 3.

После Октябрьск. революции, по мере начавшегося восстановления трамваев, трамвайное вагоностроение получило некоторое развитие, сосредоточившись на заводах

Табл. 3. — Выпуск трамвайных вагонов за период 1908—1914 гг.

Название завода	Число выпущ. вагонов
Брянский . . . . .	12
Тверской . . . . .	13
С.-Петербургский . . . . .	30
«Феникс» . . . . .	75
«Двигатель» . . . . .	107
Сормовский . . . . .	145
Путиловский . . . . .	152
Русско-Балтийский . . . . .	532
Коломенский . . . . .	663
Мытищинский . . . . .	776

Мытищинском, Коломенском, Сормовском, «Красный путиловец» и в небольших размерах на з-де им. А. Марти в Николаеве, при чем оно выполняется теми же вагоностроительными цехами, к-рые организованы для производства В. паровых ж.-д. В процессах изготовления частей для трамвайных В. наибольшее участие принимают мастерские: механическая, швеллерная, столярная, кузнечная, столярно-сборочная, жестяничная и малярная; меньшее — чугунолитейная, меднолитейная, деревообделочная, обойная, инструментальная и модельная. Начиная с 1925/26 г., русское трамвайное вагоностроение вырабатывает в целях нормализации новые типы В., приближая их к бытовым условиям нашей страны и переходя на конструкции, допускающие массовый порядок производства.

Лит.: Бернацкий Л. Н., Электрич. ж. д., М.—Л., 1926; Bragstad O., Электрич. ж. д., СПб, 1908; Блюм, Боррис и Баркгаузен, Подвижной состав и мастерские желез. дорог, т. 2, СПб, 1903; Белой А. и Шуберский В., Электрич. вагоны-двигатели большой скорости, построенные фирмами Сименс и Гальске и Всеобщей компанией электричества, СПб, 1903; Волосатов И., Устройство и эксплуатация городских трамваев, СПб, 1903; Вульф А., Электрич. тяга. Тяговые двигатели и их применение. Основы теории электрич. тяги. Электрич. трамвай и основы их проектирования, Л., 1926; Гиршон Г., Городские дороги большой скорости, СПб, 1909; Даладер Р., Опыт с электрич. тягой, произвед. на шведских казенных ж. д. в 1905—1907, СПб, 1912; Дубелир Г. Д., Исследов. движения вагонов электрич. ж. д., СПб, 1908; Жерар Э., Электрическая тяга, СПб, 1901; Зефельнер Е., Электрич. тяга и применение ее на ж. д., М., 1926; Кизер Г., Электрич. дороги, СПб, 1909; Сопотцко И. Л., Электрич. оборудование трам. вагонов городских ж. д. с электрич. тягой, М., 1922; Стеевич И. Р. и Каменицкий А. А., Строит. часть трамваев и второстеп. ж. д., СПб, 1913; Альбом исполнител. чертежей и описание сооружений С.-Петербургского городского электрич. трамвая, СПб, 1910; Шиманн М., Электрич. ж. д. Руков. к проектир., построению и эксплуатации электрич. трамваев, СПб, 1897; Blondel A. et Dubois P., La traction électrique sur voies ferrées, P., 1898; Bachellet A., Traction électrique et chemins de fer électriques, P., 1925; «Electric Railway and Tramway Journal»; «L'industrie des voies ferrées et des transports publics automobiles», P.; «Les chemins de fer et les tramways», P.; «Z. d. VDI».

Н. Породов.

**ВАГОНЫ ИЗОТЕРМИЧЕСКИЕ** служат для перевозки скоропортящихся грузов, требующих постоянной (преимущественно низкой)  $t^{\circ}$ , по возможности при определенной влажности воздуха. Впервые они появились в Америке в 60-х гг. прошлого столетия. Шестидесятилетним опытом работы В. и установлены следующие условия, необходимые и достаточные для перевозки скоропортящихся грузов: а) постоянная  $t^{\circ}$  м. б.

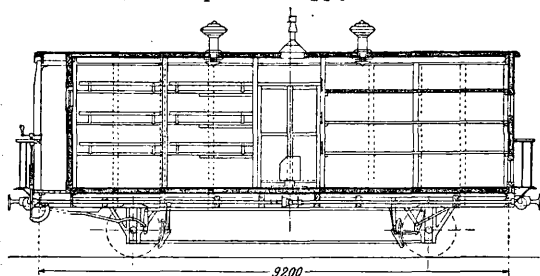
достигнута лишь при вполне плотных нетеплопроводных стенках В. и.; б) груз должен грузиться уже в охлажденном состоянии; а не подвергаться охлаждению в вагоне; в) поддержание  $t^\circ$  охлажденного груза возможно без искусственного охлаждения. На основании этих положений уже много лет тому назад был выработан весьма устойчивый тип В. и. Стенки, пол и крыша В. и. имеют толщину от 100 до 150 мм и состоят, кроме наружной и внутренней деревянных обшивок, еще из нескольких слоев изолирующего материала весьма разнообразных сортов; это — или пробковые листы разной толщины, или войлок, или особые матрасики, состоящие из льняных или хлопчатобумажных очесов, простеганных между двумя листами просмоленного картона (линофелът, шевелин и т. п.). В середине каждой боковой стенки д. б. погрузочная двустворчатая дверь, весьма плотно закрывающаяся. Для перевозки продуктов, не переносящих замерзания (фрукты, овощи, пиво, вино), вагоны часто снабжают различными приборами для отопления.

В. и. разделяются на две основн. группы: 1) без охлаждения и 2) с охлаждением. В. и. первой группы бывают в свою очередь с вентиляцией или без вентиляции. Вагоны без вентиляции применяются для перевозки фруктов, овощей,

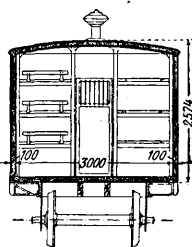
шанным) охлаждением. Функционирующие в настоящее время в СССР вагоны-ледники по конструкции разделяются на четыре типа: 1) для перевозки всех скоропортящихся грузов; 2) для перевозки грузов, не требующих вентилирования (мороженое мясо, рыба, масло, соленые товары); 3) вагоны молочные как разновидность первых двух типов; 4) вентиляционные вагоны (бывшие фруктовые). Существует, кроме того, еще один тип вагонов как пережиток прежнего времени, — вагоны нарзанные для перевозки минеральных вод со станций минераловодской группы курортов.

Вагоны-ледники должны удовлетворять следующим требованиям: 1) сохранять определенную  $t^\circ$  при определенной влажности воздуха; 2) иметь интенсивную циркуляцию воздуха для установления приблизительно одинаковой  $t^\circ$  во всех частях вагона; 3) допускать интенсивную вентиляцию для удаления различных испарений от продуктов; 4) обладать простым по конструкции и надежным по работе устройством и, наконец, 5) отличаться дешевой и экономичностью в эксплуатации.

Остов вагона делается деревянный (сосновый или дубовый); обшивка — преимущественно сосновая, реже еловая; пол овой настил делается из сосны, при палубной системе — из дуба. Для удлинения срока службы деревянные части необходимо пропитывать антисептиками (наприм. хлористым цинком). Металлические части не должны выступать ни наружу, ни внутрь во избежание притока тепла. Головки болтов надлежит утоплять, а углубления — заделывать деревом. Обшивка стен, пола и потолка состоит из двух или трех слоев, между



Фиг. 1. Изотермический вагон без охлаждения.



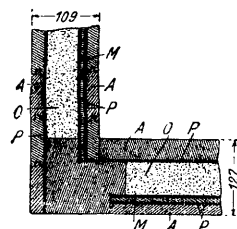
которыми помещается изоляционный материал. Последний должен обладать следующими свойствами: малым коэфф. теплопередачи, малым уд. в., негигроскопичностью и незагниваемостью, прочностью и продолжительностью службы, удобством укладки и дешевой. Наиболее употребительными материалами для изоляции являются пробка, шевелин, войлок. В Америке в последнее время начали применять бальсовое дерево (Balsa wood), которое при одинаковом с пробкой коэфф-те теплопроводности имеет значительно меньший

молока и молочных продуктов на короткие расстояния. В Америке начинают производить перевозку молока в небольших изотермическ. цистернах, подвозимых на автогрузовиках и погружаемых на платформы. В Англии была также недавно сделана попытка перевозки молока в изотермической цистерне. Вагоны с вентиляцией, служащие для перевозки фруктов, овощей и яиц, имеют в торцевых стенках зарешеченные отверстия для входа и выхода воздуха при следовании В. и. в пути. Такой вентиляционный В. и. с пробковой изоляцией представлен на фиг. 1.

Наиболее важное значение имеет вторая группа В. и., называемая вагонами-ледниками. Они отличаются от остальных В. и. приборами охлаждения или отопления, позволяющими поддерживать внутри вагонов постоянные температуры воздуха, требуемые данными грузами. Вагоны-ледники делятся на три категории: а) В.-ледники в собственном смысле слова с применением одного льда или льда с солью, б) В.-ледники, охлаждаемые льдом и солью с принудительной циркуляцией рассола или воздуха, и в) В.-ледники с механическим (сме-

которыми помещается изоляционный материал. Последний должен обладать следующими свойствами: малым коэфф. теплопередачи, малым уд. в., негигроскопичностью и незагниваемостью, прочностью и продолжительностью службы, удобством укладки и дешевой. Наиболее употребительными материалами для изоляции являются пробка, шевелин, войлок. В Америке в последнее время начали применять бальсовое дерево (Balsa wood), которое при одинаковом с пробкой коэфф-те теплопроводности имеет значительно меньший

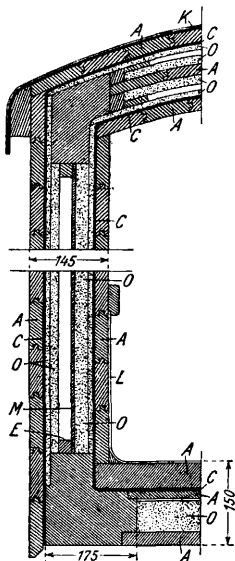
уд. вес (0,08 против 0,25). Типы изоляции вагонов представлены на фиг. 2, 3, 4 и 5. Фиг. 2 изображает в схематическом виде пробковую изоляцию вагона для масла; фиг. 3 — пробков. изоляцию вагона 1925 г.; фиг. 4 — шевелиновую изоляцию вагона 1925 года; фиг. 5 — шевелиновую изоляцию



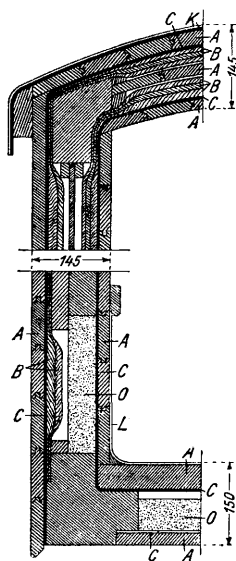
Фиг. 2.



двухосного вагона длиной 9,4 м. На этих схемах обозначают: *A* — дерево, *B* — шевелин, *C* — рубероид, *E* — воздух, *K* — кровельное железо, *L* — оцинкованное железо, *M* —

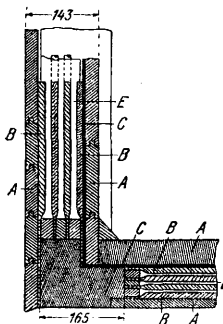


Фиг. 3.



Фиг. 4.

фанера, *O* — пробка, *P* — картон. Общая толщина изоляции, включая и воздушные прослойки, в существующих изотермич. вагонах колеблется в следующем пределе: для стен и крыши 70—170 мм при общей толщине стен в 100—200 мм; для пола 70—170 мм при общей толщине пола в 120—200 мм. Количество слоев изоляции от 4 до 8 и более. Изоляция должна быть тщательно защищена от сырости.



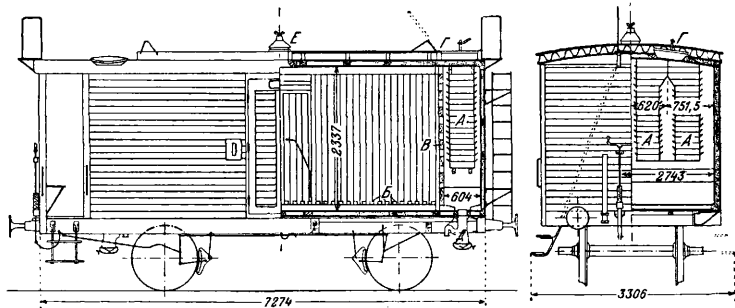
Фиг. 5.

Внутреннее устройство В. и. составляют: льдохранилища, напольные решетки, щиты перед льдохранилищами, приспособления для выпуска талой воды или рассола, если ко льду добавляется соль, вентиляционные устройства, полки, если это нужно для расположения груза. Важнейшей частью внутреннего оборудования являются охлаждающие устройства, которые делают или в виде открытых карманов (танков). Карманы располагаются или возле лобовых стенок, или под потолком, или посередине вагона. Наибольшее распространение имеют карманы, расположенные возле лобовых стенок. Для загрузки льда служат люки, по 1—2

с каждой стороны вагона. Для сбора талой воды или рассола под карманом устраивается обитый цинком или оцинкованным железом поддон, из которого талая вода или рассол по отводящей трубе с гидравлическим затвором выпускается наружу. Для лучшей циркуляции воздуха груз укладывается непосредственно на пол, а на решетки, под к-рыми свободно циркулирует воздух. Для усиления циркуляции воздуха внутри вагона перед ледяными карманами подвешиваются щиты с просветами —верху 300—350 мм, внизу 250 мм. Вентиляция вагонов производится: а) помощью люков в вагонах с решетчатыми карманами; б) помощью особых зарешеченных ж. д. с задвижками в танках (тип канадских ж. д.); в) помощью специальных устройств (тип вентиляции вагона советских ж. д. постройки 1925 г.). На фиг. 6 представлен В. и. с пробковой изоляцией для перевозки всех скоропортящихся продуктов, не требующих подвешивания. Здесь *A* — решетчатые карманы для льда, *B* — напольная решетка, *B* — щит, *Г* — люки для загрузки льда, *Д* — трубы для спуска талой воды, *Е* — вентилятор. На фиг. 7 представлен новый тип четырехосного вагона-ледника, снабжаемый как танками *A*, так и решетками *B* для льда; *B* — полки для груза.

К категории В. и. с принудительной циркуляцией относится вагон шведской системы «Фригатор». Его особенностью является наполненный смесью льда и соли металлич. ящик возле одной из лобовых стенок (генератор холода), из которого рассол после прохода через очиститель прогоняется насосом по трубам. Недостатки: сложная конструкция, малая надежность действия системы, необходимость тщательного ухода и квалифицированного персонала. К этому же типу относится вагон системы норвежск. инж. Беннетера, в к-ром охлаждение получается продуванием воздуха через бак возле лобовой стенки помощью вентилятора, действующего от оси вагона. Недостатки: резкое действие температур, сложность устройства и ненадежность охлаждения. Другие системы вагонов того же типа оказались практически непригодными и представляют теперь музейную редкость.

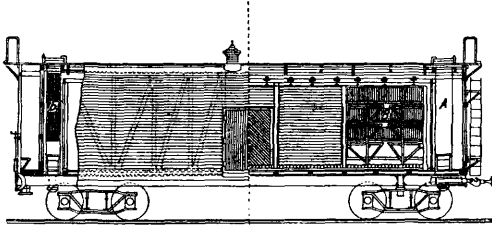
В вагонах с механич. охлаждением применяются компрессионные холодильные машины (аммиачные или углекис-



Фиг. 6. Вагон-ледник обыкновенный.

лотные) двух типов: а) установка обслуживает только 1 вагон (система Силича, вагон 3-да

Гумбольда) и б) установка обслуживает ряд вагонов (поезд Линде), для чего имеется центральная станция, помещающаяся в одном вагоне, и ряд вагонов, охлаждаемых каким-либо холодильным веществом, циркулирующим по трубам. Достоинство этой системы заключается в том, что не требуется оборудовать ж. д. льдохранилищами и возможно получать низкие темп-ры, регулируя их



Фиг. 7. Вагон-ледник нового типа.

по желанию. Недостатками ее являются: дороговизна, потребность в квалифицированной рабочей силе для обслуживания и возможность осложнений во время перевозки вследствие заболевания хотя бы одного вагона (поезд Линде) или прекращения действия установки (в обоих типах). Поэтому применение вагонов с механическим охлаждением большого распространения не получило. У нас эта система неприменима еще в виду больших пробегов вагонов (в среднем до 1200 км) и значительного риска порчи груза при заболевании вагона. Равным образом многочисленные попытки конструирования В. и. с циркуляцией рассола как в России (Подберевский, Максудов, Соколовский), так и в Америке (Бон, система «АВС») успеха не имели, и нормальным (стандартным) типом признан обыкновенный вагон-ледник, который и у нас доказал свою полную пригодность и дешевизну как в строительном, так и в эксплуатационном отношениях.

Срок службы вагона-ледника составляет в общем 20 лет, ледяных баков от 8 до 10 лет, обвязки и обшивки от 3 до 12 лет, спуски, труб и сифонов от 3 до 6 лет, изоляции от 3 до 20 лет—в зависимости от рода материала и места нахождения в кузове.

Вагоны-ледники следуют на срочный возврат без обмена; срок следования в грузе и порожнем направлении—300 км в сутки. Вагон под погрузку скоропортящегося груза д. б. затребован не менее чем за 3 дня до погрузки, при чем вносится залог в установленном размере для перевозки груза со льдом и солью в зависимости от требования грузоотправителя. Не менее чем за 12 часов до погрузки вагон загружается льдом, и в дальнейшем догрузка льдом производится через каждые сутки. Вагон д. б. подан исправным, сухим. В пути ведется наблюдение за исправным состоянием В. и., правильным льдоснабжением и срочностью следования. Выполнение всех этих функций возложено на особые органы при правлении жел. дорог со специальными кадров агентов по холодильному делу на линии (инструкторско-ревизионный аппарат на ж. д.).

Калорич. расчет В. и. Общий суточный расход холода складывается из: а) теплопередачи через стены, пол и потолок кузова, б) потери через неплотности в дверях и люках, через разрывы в изоляции, при открывании дверей и т. п., в) охлаждения и осушения воздуха, впускаемого в вагон для вентилирования, г) охлаждения продукта, поступающего в вагон предварительно неохлажденным.

а) Суточный расход холода по теплопередаче ( $Q_1$ ) определяется по формуле:

$$Q_1 = 24 F \cdot K(t_1 - t_2) \text{ Cal},$$

где  $F$ —наружная поверхность стен, пола и потолка в  $m^2$ ,  $K$ —общий коэфф. теплопередачи стен, пола и потолка В. и.,  $t_1$  и  $t_2$ —средние темп-ры воздуха наружного и внутри вагона, при чем за  $t_1$  берется средняя суточная темп-ра наиболее жаркого месяца для района, обслуживаемого ж.-д. линией. Коэфф.  $k$  для отдельной части кузова определяется по формуле Пекле:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i},$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ —коэфф. наружной и внутренней поверхности отдачи,  $\delta_i$ —толщина каждого отдельного изоляционного слоя в  $m$ ;  $\lambda_i$ —коэфф. теплопроводности соответствующего материала;  $\alpha_1$  (для воздуха в движении) берется равным  $2 + 10 \sqrt{v}$ , где  $v$ —скорость движения воздуха в  $m/сек$ , принимаемая равной средней технической скорости движения поезда;  $\alpha_2$  (для воздуха в покое) обычно принимается равным 8. Вычислив отдельные значения для всех частей кузова (стен, пола и потолка), определяем общий коэффициент теплопередачи всего кузова по формуле:

$$K = (k_1 f_1 + k_2 f_2 + \dots) : (f_1 + f_2 + \dots),$$

где  $f_1, f_2, \dots$ —поверхности соответствующих частей кузова в  $m^2$ .

б) Непроизводительные потери холода через неплотности и т. п. ( $Q_2$ ) выражаются в 5—10% от расхода на теплопередачу.

в) Расход на охлаждение и осушение воздуха ( $Q_3$ ), впускаемого для вентилирования, определяется по формуле:

$$Q_3 = V[0,31(t_1 - t) + 0,61(f_1 w_1 - f w)] \text{ Cal},$$

где  $V$ —объем поступившего в вагон воздуха в  $m^3$ ,  $t_1$ —темп-ра наружного воздуха,  $t$ —темп-ра, до к-рой воздух охлаждается внутри вагона,  $w_1$  и  $w$ —абсол. насыщение воздуха влагой (в г на  $1 m^3$ ) при температурах  $t_1$  и  $t$ ,  $f_1$  и  $f$ —относительная влажность (в %) воздуха наружного и внутри вагона.

г) Расход на охлаждение груза ( $Q_4$ ) вводится в расчет в виду того, что значительный % скоропортящихся продуктов грузится без всякого предварительного охлаждения. Для однородного груза этот расход определяется по формуле:

$$Q_4 = P c (t_1 - t_2) \text{ Cal},$$

а для разнородного:

$$Q_4 = \sum P_i c_i (t_1 - t_2) \text{ Cal},$$

где  $P$ —вес груза в кг,  $c$ —удельная теплоемкость груза,  $t_1$  и  $t_2$ —темп-ры груза в начале и в конце суток. Среднее значение разницы  $t_1 - t_2$ , т. е. понижение темп-ры груза за сутки, можно принять равным 2—3° в зависимости от рода груза и упаковки.

Общий расход холода за сутки

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

Суточный расход льда в кг  $N = \frac{Q}{D}$ , где  $D$  — количество Cal, поглощаемых при таянии 1 кг льда, принимаемое в зависимости от условий таяния: 80 Cal — при употреблении одного льда в решетчатых карманах или танках, 75 Cal — для льда с солью в танках, 70 Cal — для льда с солью в решетчатых карманах. Объем суточного расхода льда при весе 1 м<sup>3</sup> льда в 700 кг выражается  $V_1 = \frac{N}{700}$  м<sup>3</sup>. Объем ледяных карманов принимается равным двухсуточному объемному расходу льда при танках и трехсуточному расходу при решетчатых карманах.

Поверхность охлаждающих приборов в м<sup>2</sup> определяется по формуле:

$$F = \frac{Q}{24k_\lambda(t_1 - t_2)},$$

где  $k_\lambda$  — коэффициент теплоотдачи охлаждающих приборов: 7,5 — для танков, 8,5 — для решетчатых карманов, 9 — для рассольных труб с вполне обеспеченной принудительной циркуляцией рассола, 12 — для рассольных труб с принудительной циркуляцией рассола и воздуха внутри вагона. Для увеличения поверхности танков, в целях приведения ее в соответствие с расчетным объемом, их проектируют состоящими из нескольких секций (обычно по четыре возле каждой лобовой стенки вагона).

Потребный для обслуживания дороги парк может быть определен для каждого отдельного пункта погрузки или для любого пункта по среднему пробегу и средней погрузке по формуле.

$$n = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{G_{max} [2L + 3(v_1 + v_2)]}{3g(v_1 + v_2)},$$

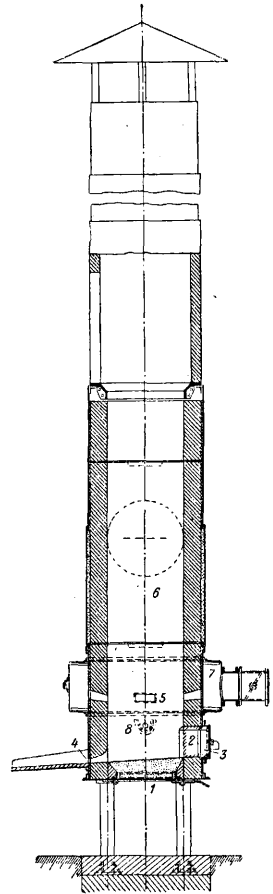
где  $G_{max}$  — средняя максимальная месячная погрузка, для каждой станции погрузки или общая для дороги, определяется или путем статистики или по средней месячной погрузке с умножением на коэффициент неравномерности, равный в зависимости от работы дороги 1,6—2,2;  $L$  — средний пробег от станции погрузки до ст. назначения или средней для дороги;  $g$  — средняя нагрузка на вагон, равная для двухосного вагона 9,5 т;  $v_1$  — скорость следования в грузе в направлении, к-рая м. б. принята в зависимости от сроков следования в 340—400 км в сутки;  $v_2$  — скорость следования в обратном направлении, т. е. 175—250 км в сутки;  $\alpha$  — коэффициент, учитывающий большие вагоны (1,05—1,10), и  $\beta$  — коэффициент, учитывающий резерв вагонов (1,05).

Лит.: Сонкин Д., Холодильники на сети росс. ж. д., «Изв. Комит. по холод. делу», СПб, 1913, 11; Беннеттер, Вагон системы инженера Беннеттера, М., 1918; Денисов П. И., Изоляция изотермических вагонов и типы ее, «Холод. дело на путях сообщ.», М., 1923, 2; Стрельцов М. М., К вопросу о норм. типе изотермич. вагона, там же; Падздерский А. А., Американский изотермич. вагон системы «АВС», там же; Басин А. Д. и Кожевников В. А., Снабжение Германии морской рыбой (германский вагон-ледник), там же; Соколовский С. А., Ледники, СПб, 1909; Тихоцкий К. П., Красовский П. И. и Дрейер О. О., Современное положение вопроса о перевозке скоропорт. грузов по ж. д. С.-А. С. Ш., ч. III, гл. 1, Вагоны-ледники, СПб, 1913; Правила ремонта изотермических вагонов, НКПС, М., 1926; Правила по уходу за изотермич. подв. составом и

обслуживание его, Хабаровск, 1924; Типы вагонов-ледников С.-А. С. Ш.; Railway Engineering a. Maintenance Cyclopedia, N. Y., 1926; Car Builders' Cyclopedia of American Practice, New York, 1925. П. Денисов.

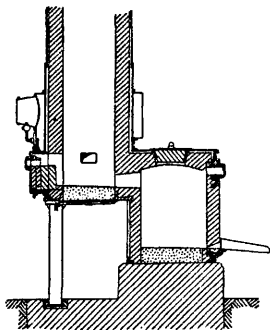
**ВАГРАНКА**, шахтная печь для процессов обжига (железной руды, доломита), разложения (известняка), плавления (чугуна для фасонного литья, чугуна для дальнейшей переработки в малом бессемере или электропечи, редко — меди для крупных отливок). В. для плавления чугуна (литейная В.) появилась в конце 18 в., когда по мере развития машиностроения увеличилось потребление машинного литья, и в настоящее время при производстве чугунных отливок В. — общепринятая печь для плавления. Вагранка для переплавки чугуна строится в виде шахты (фиг. 1),

с кладкой из огнеупорного (шамотного) кирпича; в верхнюю часть — колосник — производится завалка металлич. шихты, горючего и флюса (для образования шлака); нижняя часть шахты переходит в горн, в котором собирается расплавленный чугун. Вся кладка заключается в кожух из котельного железа. Кладка и кожух стоят на лещадной плите 1, покоящейся на чугунных колонках. Колошник вагранки открытый; выше уровня колошника кожух продолжается и переходит в трубу (для отвода продуктов горения); в кожухе выше колошника делается колошниковое окно, через которое заваливается шихта. Средняя часть лещадной плиты откидная; у больших В. — эта плита с двумя створками. Лещадь — набивная. Выше уровня лещады оставляется рабочее окно 2 для доступа внутрь шахты (во время плавки оно заложено крышкой или дверцей 3), а на уровне лещады — очко 4 для выпуска металла. Часто для скопа чугуна (вместо горна) устраивают отдельный от вагранки металлоприемник (фиг. 2) — передовой горн, который особенно полезен при отливке больших чугунных предметов, так как дает возможность получить более ровный по составу чугун в большом количестве. Воздух подается на некоторой высоте над лещадью вентилятором по воздухопроводу в кольцевую трубу 7 (фиг. 1), из которой через ряд отверстий 5 (фурм) поступает в шахту 6. Под фурмами



Фиг. 1.

делают отверстие 8 для выпуска шлаков. Нормально топливом для В. служит литейный кокс, иногда работают на антраците или добавляют антрацит к коксу, а в В. специальной конструкции работают на пылевидном горючем (молотый камен. уголь) или на нефти.



Фиг. 2.

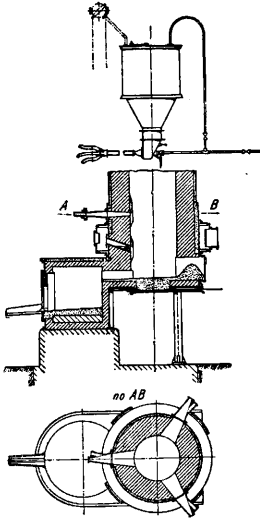
Переналавка чугуна в В. и сущность процесса. Вагранка новая или отремонтированная д. б. хорошо просушена. Для растопки на лещады закладывают дрова, загружают на них первую холостую (т. е. без чугуна) колошу кокса и разводят огонь. Удобно для растопки применять вместо дров нефтяные форсунки. Когда кокс загорится и прогреется равномерно докрасна (2—3 ч.), пускают дутье. После прогрева кокса на дутье добега приступают к загрузке рабочих колош металла, флюса и кокса. Флюс, в виде известкового камня, служит для ошлаковывания золы кокса и песка, всегда попадающего в шихту (на штыках чугуна, литниках), и для предохранения чугуна от перехода в него серы из кокса. Высота холостой колоши должна быть на 500—600—750 мм выше верхней кромки фурм (меньшая высота допустима при лучшем, плотном коксе). За счет кислорода воздуха, поступающего в В. через фурмы, происходит горение в верхней части холостой колоши, и на некоторой высоте над фурмами устанавливается область наиболее высокой  $t^\circ$ , где и происходит плавление металла. Непосредственно у фурм углерод горючего сгорает, при чем выделяется ок. 8 130 Cal на 1 кг его. При дальнейшем движении газов через вышележащие раскаленные слои горючего происходит в присутствии углерода кокса восстановление углекислоты в окись углерода. В конечном счете, если соотношение  $\frac{CO}{CO_2}$  в ваграночных газах велико, плавка идет не экономично. Чтобы иметь в газах возможно меньшее количество  $CO$ , количество подаваемого в В. дутья должно вполне соответствовать качеству и количеству горючего и диаметру горна. Подача свежих колош кокса в процессе плавки должна возмещать убыль кокса, сгоревшего в поясе плавления, и поддерживать последний на должной высоте. Для лучшего нагрева расплавленного металла, для уменьшения угара и перехода серы из кокса в шлак плавление металлической шихты должно начинаться на верхней границе пояса плавления, ширина (высота) которого в хорошо действующих коксовых В. нормально 150—200 мм. Расплавленный чугун каплями стекает мимо фурм и собирается в горну вагранки (или в передовом горну), откуда, когда нужно, по жолобу выпускается в ковш. Протекая мимо фурм и встречаясь с газами, содержащими свободный кислород, чугун

несколько окисляется, — происходит угар Si, Mn, Fe и C. Однако ниже фурм при соприкосновении с раскаленным горючим чугун вновь насыщается углеродом, и в нормально действующей В. с угаром углерода не приходится считаться. Угар Si выражается в 10—15%, угар Mn—в 15—20%. Угар железа по сравнению с общим его содержанием в чугуне незначителен и при подсчетах шихты в расчет не принимается. Содержание серы в ваграночном чугуне увеличивается на 30—50% (против содержания в шихте) вследствие перехода этого элемента из кокса; количество фосфора практически можно считать не изменяющимся.

Простейшая схема устройства ваграночной печи, описанная выше, в действительности усложнилась изменениями, которыми конструкторы и строители пытались достичь лучших результатов и, в первую очередь, экономии горючего. Чтобы дожечь имеющуюся в ваграночных газах окись углерода в  $CO_2$  путем подачи в шахту добавочного воздуха, созданы конструкции В. с 2-3 рядами фурм (В. системы Айрленда—с двумя рядами фурм и нек-рые другие), с фурмами, расположенными по винтовой линии (В. сист. Грейнера и Эрпфа), и т. д. Для концентрации наивысшей  $t^\circ$  и достижения равномерности распределения дутья в области фурм суживают сечения В. в данном месте и устраивают среднюю фурму (В. системы Веста) или заменяют несколько фурм одной щелью для прохода воздуха (В. системы Макензи). Требования закона о недопущении в населенных местах выбрасывания искр и дыма, происходящих при работе В. с дутьем, вызвали к жизни В. системы Гербертца и др. Идея утилизации тепла в продуктах горения вызвала разработку ряда конструкций для осуществления в В. подогрева воздуха. В немецких литейных появилась В. сист. Шюрмана с утилизацией тепла отходящих газов способом, подобным принятому для нагрева дутья в доменных печах. В. снабжена двумя камерами, наполненными специальной насадкой из огнеупорных трубок. Через каждую из камер попеременно проходит то воздух от вентилятора, то продукты горения из шахты вагранки, богатые содержанием  $CO$ . При входе в камеру в нижней ее части содержащаяся в газах  $CO$  сгорает за счет поступающего воздуха. Поднимаясь вверх по камере, окончательные продукты горения передают содержащуюся в них теплоту огнеупорной насадке. Воздух подается в В. вентилятором через разогретую камеру и может быть нагрет до  $800^\circ$ . Перемена направления воздуха и продуктов горения производится через каждые 5—10 мин. перекидкой клапанов. Часть продуктов горения, образующихся в поясе горения, проходит также через шахту В. для подогрева ее. От В. системы Шюрмана ожидается до 25% экономии на расходе кокса и меньшее насыщение металла серой (целесообразность конструкции этой вагранки и вопрос об экономичности ее еще не установлены).

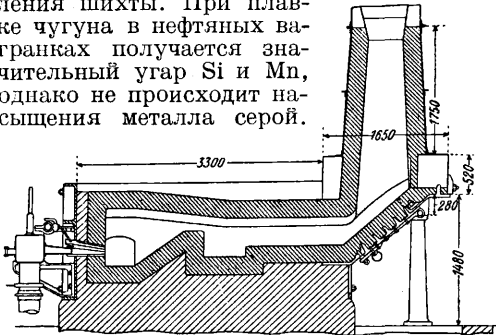
Для применения в В. пылевидного угля в качестве топлива фирма Бабкок и Вилькокк выпустила комплектное устройство

механизмов для размалывания угля и подачи пыли в шахту В., которое приспособлено к любой В. (фиг. 3). Угольная пыль из бункера, помещенного на некоторой высоте рядом с В., через особый питательный прибор



Фиг. 3.

сжатым воздухом (до 2 atm) подается равномерно в сопла, поставленные в количестве от 2 до 4 (в зависимости от величины вагранки) на высоте пояса плавления. Были произведены попытки частичн. применения нефти в кокс. вагранках, при чем нефть поступала в наиболее горячую часть шахты по трубке из бака, расположенного на нек-рой высоте. Заменяя т. о. часть кокса нефтью (в случае более дешевых цен на нефть), можно получить некоторую экономию. Нефтяные В. (типа инж. Петровского и Савина) представляют в сущности отражательную печь (фиг. 4; размеры в мм), отапливаемую нефтью, с боковой шахтой, в которую загружается чугун. Дымоход обыкновенно прямоугольного сечения. Шахта заполняется чугуном с добавкой дров или кокса (последнего 2—3% от веса чугуна) в целях предохранения металла от окисления кислородом, содержащимся в продуктах горения, а также для разрыхления шихты. При плавке чугуна в нефтяных вагранках получается значительный угар Si и Mn, однако не происходит насыщения металла серой.



Фиг. 4.

Количество топлива на плавку (коксовая колоша) должно быть достаточным для расплавления и перегрева чугуна, образования жидких шлаков и для возмещения различного рода потерь тепла, происходящих во время плавки, наприм. от неполного сгорания С в СО, уноса тепла продуктами горения через колошник, лучеиспускания и т. д. Для расплавления 100 кг чугуна и нагрева его до 1350° необходимо:

$$[0,18 \cdot 1\,200 + 0,25 (1\,350 - 1\,200) + 23] \cdot 100 \cong 27\,650 \text{ Cal,}$$

где 0,18—теплоемкость чугуна до темп-ры 1200°, 0,25—теплоемкость жидк. чугуна,

23—скрытая теплота плавления чугуна в Cal. Вышеуказанные статьи расхода тепла на 100 кг чугуна выражаются приблизительно в следующих цифрах:

Плавление и образование шлаков . . . . .	4 985 Cal
Тепло продуктов горения (потеря через колошник) . . . . .	8 000 »
Потеря от неполноты горения . . . . .	14 000 »
Потеря через стенки вагранки в атмосферу . . . . .	3 000 »

Всего . . . . . 29 985 Cal

Т. о. из топлива д. б. получено 27 650 + 29 985  $\cong$  58 000 Cal. При теплопроизводительности кокса среднего качества в 6 500 Cal, расход его д. б. не менее 58 000 : 6 500 = 8,93 кг (~ 9%); при хорошем коксе расход на плавку понижается до 8%. С другой стороны, величина коксовой колоши определяется высотой (шириной) пояса плавления, т. к. наивыгоднейш. в отношении хода процесса высота его должна быть в пределах от 150 до 200 мм; принимая, что 1 кг кокса занимает объем 0,0016—0,0025 м<sup>3</sup>, имеем соотношение между весом К коксовой колоши и поперечным сечением вагранки:

$$K = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{0,200}{0,002} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot 100,$$

т. е. что на 1 м<sup>2</sup> сечения В. вес коксовой колоши  $K \cong 100$  кг. Количество воздуха при плавке на коксе, на основании расчета и изучения работы нормально действующей В., д. б. в пределах 100—120 м<sup>3</sup> в 1 м. на 1 м<sup>2</sup> сечения В. Количество воздуха, подаваемого вентилятором, на 20—25% больше вследствие потерь в воздухопроводе. Давление дутья рассчитывается в соответствии с диаметром В.: чем последний больше, тем выше д. б. давление, для того чтобы дутье равномернее распространялось и проникало по всему сечению шахты. Для определения давления дутья может служить формула  $p \cong 64 \sqrt{W}$ , где p—давление дутья в мм вод. ст., а W—количество воздуха в м<sup>3</sup> в мин.; принимая подачу воздуха в количестве 100 м<sup>3</sup> в минуту на 1 м<sup>2</sup>, получим

$$p \cong 64 \sqrt{100 \cdot \frac{\pi d^4}{4}}.$$

Для измерения упругости дутья (статич. давления) к воздухораспределительной коробке присоединяют воздухомер (манометр). В простейшем виде воздухомер состоит из изогнутой в виде колена стеклянной трубки, прикрепленной к доске, на к-рой нанесена шкала с делениями на мм и см. Для измерения количества воздуха надлежит определить динамическ. давление, представляющее разность между полным давлением и статич. давлением в воздухопроводе. Динамич. давление измеряется трубками Пито, трубками Вентури, трубчатыми и диафрагмовыми тягомерами. Вес колош (загрузок) чугуна д. б. взят в соответствии с правильно рассчитанной колошей горючего; практически при плавке на коксе вес чугунной колоши обычно равен от 1/10 до 1/16 часовой производительности В. Как правило, тяжелые коксовые и чугунные колоши вредно влияют на ход плавки благодаря образованию высоких слоев шихты. При плавке на антраците вес чугунных колош принимается равным 1/4—1/3 часовой производительности В.

Производительность В. Под производительностью В. подразумевают количество чугуна, выплаваемого в течение одного часа. Производительность В., определяемая ее диаметром, зависит от упругости и количества дутья, качества горючего и его относительного расхода. При нормальной колоше кокса с уменьшением вдуваемого воздуха не только уменьшается производительность вагранки, но и понижается  $t^\circ$  чугуна и шлака. Также, при нормальном количестве дутья, с увеличением коксовой колоши уменьшается производительность В., но  $t^\circ$  чугуна и шлака повышается.

Расчет, конструкция и данные для построения В. На основании многолетнего опыта и попыток выработать наиболее правильный для хода процесса профиль шахты В. надо считать, что цилиндрич. форма при одинаковом диаметре шахты по всей ее высоте является наилучшей. Диаметр В. определяется из размера нормальных колош топлива на плавку, или, точнее говоря, из условия правильной толщины колоши. Если  $Q$  — часовая производительность В.,  $n$  — число колош чугуна в 1 ч.,  $A$  — количество кокса, требуемого на проплавку 1 кг чугуна, и  $\alpha$  — уд. вес кокса, то получим, с одной стороны, объем коксовой колоши равным  $\frac{A \cdot Q}{n \cdot \alpha}$ ; с другой стороны, тот же объем, очевидно, будет равен  $\frac{\pi d^2}{4} \cdot m$ ,

где  $d$  — внутренний диам. шахты и  $m$  — нормальная толщина коксовой колоши; т. о.

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q \cdot A}{m \cdot n \cdot \alpha}}$$

Произведение  $m \cdot n \cdot \alpha$  на площадь сечения В.  $\frac{\pi d^2}{4}$  есть, очевидно, вес кокса, расходуемого в 1 ч. Согласно предыдущему этот вес равен 8—10% от веса проплавленного чугуна. Принимая на основании работы существующих В., что в 1 час на 1 м<sup>2</sup> сечения вагранки расплавляется в среднем ок. 10 000 кг чугуна, получим:  $m \cdot n \cdot \alpha \cdot 1$  равным от 10 000 · 0,09 до 10 000 · 0,1 = от 900 до 1 000, следовательно,

$$d \cong \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q \cdot A}{900}}$$

Сечение глаза всех фурм д. б. взято в соответствии с физич. и пирометрическими свойствами горючего, на котором предположена работа. На основании практики работы нормально действующ. коксовых В. площадь фурм для них делают равной  $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$  площади поперечного сечения В. В существующих В. встречаются фурмы круглого, овального и, чаще всего, прямоугольного сечения. Для равномерного распределения вдуваемого воздуха по всему сечению В. рекомендуется ставить фурмы, расширяющиеся внутрь В. в горизонтальном направлении (по окружности), оставляя между фурмами толщину (просенок) футеровки в 120—150 мм. Практически количество фурм при одном ряде их колеблется от 2 до 8 в зависимости от диаметра В. Высота фурм над лещады д. б. возможно меньше для лучшего прогрева горна (лещади) и в целях экономии горючего на холостой колоше. При слишком высоко расположенных фурмах выпускаемый чугун получается

недостаточно горячий, т. к. во время самой плавки горение топлива в горне не происходит, и нужная  $t^\circ$  горна может поддерживаться только за счет теплоты расплавленного чугуна и через теплопередачу от горячей зоны, образующейся выше фурм. В вагранке без передового горна высота над лещады до фурм определяется максимальным количеством чугуна, которое желательно получить в одном выпуске из В., и слоем шлаков, всегда плавающим на поверхности чугуна, но не выше, чем на  $\frac{3}{4}$  диаметра В. В В. с передовым горном фурмы располагают на высоте от лещади в 150—400 мм, при чем, если желательно сохранить пояс науглероживания чугуна, высоту фурм делают близкой к высшему из указанных пределов. В вагранке с двумя рядами фурм верхний ряд обычно устраивают на высоте 400—450 мм над нижним. Заметим, что второй ряд фурм ускоряет несколько плавку чугуна, но экономии в топливе не дает и увеличивает расход на ремонт футеровки шахты. Высота шахты над фурмами коксовых В. может быть рассчитана в м по формуле:

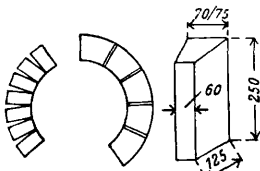
$$H_g = 2,25 + 2,60 D^2,$$

где  $D$  — диаметр В. в м. Буцек дает для полной высоты ( $H$ ) В. от подовой плиты до края загрузочного окна формулу:

$$H = 0,006 d + 0,32 m,$$

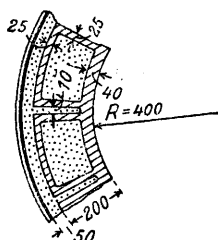
где  $d$  берется в мм. Вообще высота шахты должна соответствовать физич. свойствам и размерам кусков горючего. При определении высоты шахты соответственно ее диаметру д. б. принята во внимание необходимость иметь правильный сход колош и предотвратить возможное зависание шахты (зависание легко случается в вагранках малого диаметра, но чрезмерно высоких). Высота шахты должна быть достаточной, чтобы теплота отходящих продуктов горения в наибольшей степени утилизировалась на подогрев опускающейся вниз шихты;  $t^\circ$  отходящих газов должна быть 150—200°.

Шахта В. Кожух вагранки склепывают из листового железа толщ. в 6—12 мм; для больших В. железо берут более толстое. Кладку В. делают из огнеупорного материала, чаще всего из шамотного кирпича. Во избежание напряжений в кожухе от расширения кладки во время разогрева вагранки кирпичи укладываются с зазором в 20—40 мм между кожухом и кладкой, зазор выполняют обыкновенно рыхл. податливым материалом, например кварцевым песком, шлаковым мусором и др. На фиг. 5 (размеры даны в мм) показаны кирпичи различного профиля, применяемые для футеровки и различных способов кладки и футеровки. Кладку вагранки можно делать также набивную из огнеупорной массы при помощи шаблона, вращающегося около шпинделя, укрепленного на оси В., или, еще лучше, короткого барабана-шаблона, передвигаемого вверх по шахте по мере выполнения набойки. Верхнюю часть вагранки



Фиг. 5.

около загрузочного окна рекомендуется выкладывать литыми



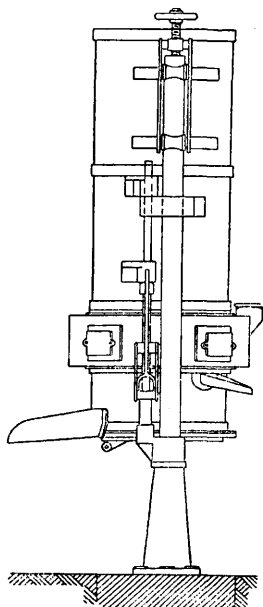
Фиг. 6.

чугунными кирпичами (фиг. 6) в целях предохранения верхней части шахты от разрушений при завалке шихты. Вагранки диаметром 500 мм и меньше для удобства ремонта делают составными из отдельных колец, а часто и эти последние разнимаются по образующей, как показано на фиг. 7. В помещенной

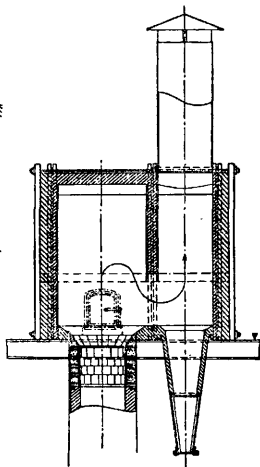
ниже таблице указаны толщины футеровки, рекомендуемые при различных диаметрах вагранки.

Внутр. $\varnothing$ В. в мм	500	700	800	1 000	1 500	2 000	3 000
Толщина футер. в мм	150	150	200	260	250	275	320

Труба (из листового 5—8-мм железа), продолжающая шахту и колошник, д. б. достаточно высока во избежание выбрасывания искр. Изнутри трубу футеруют кирпичами на толщину 120—150 мм. Целеобразно вагранки снабжать искроуловительными камерами или специальными приспособлениями, служащими для предупреждения вылета искр; эти устройства основываются чаще всего (фиг. 8) на замедлении скорости движения газов (принужденным крутым поворотом их) или на гашении искр и пламени водой. Сечение искроуловительной



Фиг. 7.

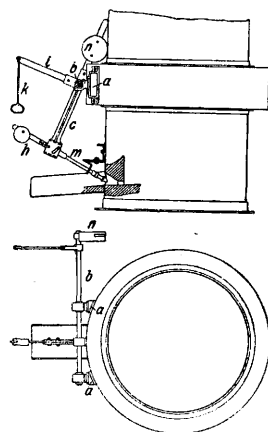


Фиг. 8.

камеры делают в 3,5—5  $d$ , а высоту ее в 2,25—2,5  $d$ , где  $d$ —диам. шахты В. Размеры колошникового отверстия для загрузки шихты обычно колеблются от 600×800 мм до 950×1 200 мм; эти размеры  $d$ . б. взяты в зависимости от способа загрузки вагранки.

Отверстие в кладке для выпуска чугуна оставляют равным 60—100 мм. Самое очко, через которое вытекает расплавленный чугун, делают диам. в 20—30 мм в зависимости от производительности В. Во время растопки и в начале задувки отверстие для выпуска чугуна оставляют открытым; во время плавки его заделывают глиняной пробкой. Можно рекомендовать применение механич. приспособлений для закупоривания выпускного очка при частых выпусках чугуна (механизованная работа заделки); при этом предотвращается возможность забрызгивания чугуна и ожогов людей. На фиг. 9 показано

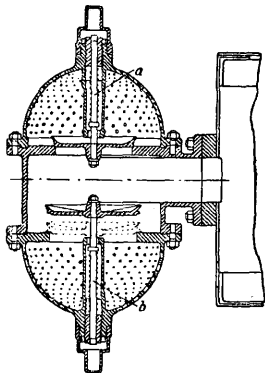
оправдавш. себя на практике приспособление, пригодное для всякой вагранки. Оно приводится в действие помощью рукоятки  $k$ , насаженной на рычаг  $l$ , заклиненный на валу  $b$ ; последний вращается в двух подшипниках  $a$ , прикрепленных к шахте В. На том же валу  $b$  прочно заклинен рычаг  $c$ , имеющий на другом конце головку, несущую стержень  $m$ , который собственно и служит для закупоривания очка; груз  $h$  служит для увеличения силы нажима. Для предупреждения очка (благодаря собственному весу) на валу  $b$  насажен рычаг с противовесом  $n$ .



Фиг. 9.

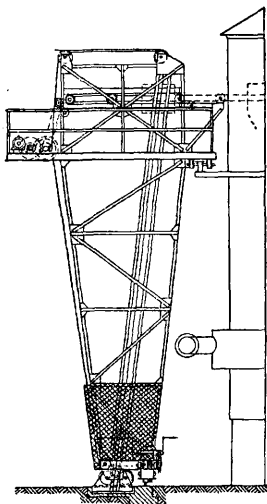
Высота выпускного отверстия над полом литейной (к-рой определяется также высота жолоба) берется в зависимости от высоты ковшей. По данным практики, при небольших ручных ковшах  $h=0,45—0,50$  м, при крупных и небольших ухватных ковшах  $h=0,65—0,75$  м. При крановых ковшах в зависимости от их размеров  $h=0,9—1,6$  м. В том случае, когда крупными крановыми ковшами пользуются лишь изредка, рекомендуется под жолобами устраивать приямок. Отводной жолоб (чаще железный) прикрепляется к кожуху, реже подвешивается. Уклон жолоба должен соответствовать уклону лещади В. и быть равномерным. Длинные жолоба рекомендуется подпирать снизу. Перед каждой плавкой жолоб необходимо заново обмазать глиной. Во избежание взрывов, к-рые иногда происходят в воздухопроводе вследствие того, что во время остановки вентилятора окись углерода проходит через фурмы и воздухопровод вплоть до вентилятора, при В. рекомендуется устраивать предохранительные клапаны, так как, иначе, получившаяся сильно взрывчатая смесь из окиси углерода и воздуха при возобновлении дутья быстро,

со взрывом, воспламеняется и причиняет большие разрушения. На фиг. 10 представлен т. н. двойной предохранительный клапан, состоящий из коробки, прикрепленной вместе с сеточной прокладкой к воздушной кольцевой коробке. Пружина нижнего клапана *b* выбирается с таким расчетом, чтобы клапан



Фиг. 10.

опускался книзу при давлении ок. 200 мм вод. столба в воздухопроводе. При остановке дутья, очевидно, клапан должен приподняться, и воздух извне будет проникать в шахту вагранки, благодаря чему вытекание окиси углерода не будет иметь места и, следовательно, устранится опасность взрыва. Практически при отсутствии предохранительных клапанов, немедленно по остановке дутья, открывают фурменные гляделки. Пружина верхнего клапана *a* рассчитана на наибольшее давление, на к-рое предположена работа *B*, и открывается в момент повышения давления в воздухопроводе, что случается при зашлаковании фурм. Шихтовые материалы подаются на колошниковую площадку подъемниками различной конструкции и загружаются в *B* через колошниковое окно. Колошниковая площадка-пост расположена на уровне загрузочного окна вокруг *B*; на ней размещают все составные части шихты. Самая загрузка шихты в вагранку может производиться как вручную, так и каким-либо механич. способом. В немецких литейных весьма распространены автоматич. наклонные подъемники, при которых завалка шихты в шахту *B* происходит автоматически через боковые воронки, прикрепленные к кожуху на уровне загрузочного окна, и применение физич. мускульной силы рабочего сводится к минимуму. Однако, несмотря на значительное распространение этого способа загрузки, его нельзя признать вполне рациональным, ибо при боковой завалке в шахту материалов происходит неравномерный (косой) сход колош, и плавка может расстроиться со всеми вытекающими из этого последствиями. Гораздо удобнее загрузочное устройство, допускающее подачу шихты по оси *B* (фиг. 11).



Фиг. 11.

Данные о самых разнообразных устройствах для вагранки имеются в большом

количестве в современной литературе по вопросам литейного дела.

Лит.: Кнаббе В. С., Чугунолитейное дело, т. 4, СПб, 1900; его же, Литейное дело, СПб, 1900; Чернов Д. К., Литейное дело, СПб, 1901 (литогр.); Вайнгулов М. Г., Технология металлов. Литейное дело, М.—Л., 1925; Ферк Э., Вагранка, СПб, 1909; Гавриленко А. П., Литейное дело, 3 изд., Москва, 1925; Нütte, Справочная книга для металлургов, пер. с нем. изд., М.—Л., 1927; Нütte—производственный, Справ. по технике производства и т. д., т. 3, пер. с нем., М., 1926; Ледебур А., Чугуно- и сталелитейное дело, пер. с нем., СПб, 1902; Geiger C., Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei, B. 2, 2 Aufl., B., 1927; Osaan B., Lehrbuch d. Eisen- u. Stahlgießerei, 5 Aufl., Lpz., 1922; Irresberger C., Kuppelofenbetrieb, 2 Aufl., B., 1922; Stadtmüller H., Die Schmelzöfen d. Eisen-, Stahl- u. Metallgiesserei, 2 Aufl., Karlsruhe, 1922; Mehrtens J., Deutsches Giesserei-Taschenbuch, München, 1924; Deutsche Giesserei-Taschenbuch, vrl. Oldenbourg, München—B., 1927. Н. Соколов.

**Техника безопасности.** Основной причиной опасности является СО — угарный газ, развивающийся в процессе работы вагранки. Во избежание проникновения СО в помещение литейной кожух *B* должен иметь плотные швы, состояние которых должно проверяться не реже двух раз в год. Наибольшей опасности подвергается рабочий персонал, работающий на колошниковой площадке. В этом месте необходимо иметь вентиляционное устройство, обеспечивающее быстрое удаление выделяющихся из загрузочного отверстия газов. Наиболее радикальной мерой улучшения условий труда является механизация загрузки *B*. При перерывах дутья СО может образовать взрывчатую смесь с воздухом, в виду чего на концах воздухопроводов надлежит ставить запоры задвижки; между *B* и воздуходувками д. б. устроена сигнализация. Однако наиболее надежным устройством для предупреждения взрывов являются специальные клапаны. Выпуск из вагранки чугуна сопровождается каждый раз обильным выделением газов и искр. Для устранения опасности необходимо устроить над местом выпуска вытяжную колпак, а спускной жолоб на возможно большей длине должен быть закрытым. Пробивание очака является операцией, требующей большой ловкости и сопряженной с опасностью, в виду чего весьма желательна механизация этой работы. Важным условием безопасности является правильный поток рабочих при разборе металла из *B*: порожние ковши должны подаваться по одному направлению, а наполненные — разноситься по другому. При неисправности футеровки может раскаливаться железный кожух *B*. Чтобы не прерывать плавки, нередко поливают кожух водой. Операция эта неоднократно приводила к взрывам от попадания расплавленного чугуна или шлаков на мокрую землю с тяжелыми последствиями для работающих, в виду чего она безусловно не должна допускаться. Очень вредную и опасную операцию представляет выпуск шлаков из *B*. по окончании плавки (ушибы и ожоги при открывании дна, выделение газов и пара при поливании шлаков водой). Необходимо устройство соответствующих приспособлений, облегчающих эту работу (крючья, зубила, козлы); еще лучше устраивать под *B*. погреб-приемники для шлаков. При производстве ремонта футеровки *B* на рабочем может упасть сверху какой-нибудь предмет.



Во избежание этого необходимо ставить ограждение в виде, например, складной сетки на шарнирах, устанавливаемой на уровне загрузочного отверстия, или конич. железного зонта, подвешиваемого над рабочим. Меры безопасности при работе на В. предусмотрены правилами НКТ СССР для чугунолитейного производства, утвержденными 13/У 1926 г.

Лит.: Евангулов В. М. Г., Литейное дело, М., 1928; Каган Э. М., Труд в литейных, Харьков, 1925; Холмогоров И. М., Литейное дело, «Охрана жизни и здоровья рабочих в промышленности», ч. II, вып. 1, СПб, 1914; Alexander M. W., Safety in the Foundry, Chicago, 1915. П. Синев.

**ВАД**, марганцевый минерал, точнее — смесь минералов, представляющая продукт распада окисленных марганцевых и др. минералов. Физич. и химич. свойства вада изменчивы. Вад аморфен, имеет вид иногда землистый, а иногда сплошной — примазками, в натечных формах с криво-скорлуповатой отдельностью. Излом иногда раковистый или ровный, иногда тонкоземлистый. Мягок, марают руки, тв. 0,5—3 (иногда до 6). Уд. вес 2,3—3,7 (даже до 4,26). Блеск полуметаллический, слабый, иногда даже до матовости; в черте блестит; непрозрачен; цвет печеночно-бурый, черновато-бурый — до буровато-черного. По химическому составу представляет смесь разных окислов марганца, особенно перекиси и закиси с содержанием воды от 10 до 15%. В закиси марганца Mn может замещаться Ва, Са, К. К В. причисляют также черные дендриты на стенках трещин плотн. известняков, марганцевую пену (содержащую от 38 до 82%  $MnO_2$ , 5,21%  $H_2O$ , от 0 до 52%  $Fe_2O_3$ ) и гроруалит (с 17%  $Mn_2O_3$ ). Медно-марганцевую руду — лампадит, содержащий 4—18% окиси меди, и кобальто-медно-марганцевую руду — асболан (продукт разрушения кобальтовых руд), содержащий  $CoO$ ,  $CuO$ ,  $MnO_2$  и другие марганцевые минералы, тоже относят иногда к ваду, поскольку ими загрязняются продукты разрушения пиролюзита, полианита, псиломелана и других окисленных марганцевых минералов. Неопределенность состава делает В. рудой низкого качества, а в некоторых случаях совершенно недопустимым материалом, когда технологический процесс не терпит присутствия даже следов меди или кобальта (например в стекольном и элементном производстве; такие сорта В. известны под названием «химическая руда»). В. можно применять также в металлургии. В. встречается в месторождениях: Чиатурском, Хошеватском, на Липовой Горе Нижне-Тагильского района, на Воронцовском, Гаревском и Песчанском рудниках Богословского района и на Бисерской Даче.

Лит.: Серк А. Ю., Марганец, «Обзор минеральных ресурсов СССР», Ленинград, 1927, 24 (тут же библиография). П. Флоренский.

**ВАЗЕЛИН** (*Adeps mineralis*, минеральный жир) готовится из нефти (в С.-А. С. Ш. часто носит название «петролатум»); мазеподобная масса, не имеющая ни вкуса, ни запаха (иногда слабый запах керосина), цвет от желтоватого через красный даже до черного — при неполной очистке и белый — при полной. В. плавится при  $t^\circ$  30—47°, смотря по целям применения; при плавлении образуется прозрачная маслообразная жидкость,

к-рая при дальнейшем нагревании начинает кипеть (190—200°) и перегоняется в пределах 250—300°, разлагаясь при этом на более летучие продукты. Уд. в. различен в зависимости от метода получения или происхождения исходного материала и колеблется между 0,83 и 0,88. В. химически нейтрален, не дает мыла со щелочами, не горькнет, что является большим его преимуществом по сравнению с растительными и животными жирами; В. не растворится в воде и глицерине, мало растворим в безводном спирте, больше — в эфире и вполне растворим (при нагревании до  $t^\circ$  плавления) в бензоле, хлороформе, сероуглероде, нефтяных, эфирных и жирных маслах; при сплавлении с жирами и восками также растворяется вполне во всяких соотношениях. Едкие щелочи не действуют на В. ни при обыкновенной, ни при высокой  $t^\circ$ ; этим В. отличается от органич. жиров, благодаря чему малейшая примесь их в В. может быть обнаружена. Бром и иод растворяются в В. уже при обыкновенной  $t^\circ$ , сера — при нагревании до 120—130°. В. представляет собой смесь жидких и твердых высокомолекулярных углеводородов; наприм., америк. В. содержит жирные углеводороды состава от  $C_{12}H_{26}$  до  $C_{20}H_{42}$ .

Способы получения В. из нефти. Для получения В. из легкой пенсильванской (парафинистой) нефти ее подвергают перегонке, пока остаток нефти не достигнет нужного уд. в. 0,865—0,875; после этого его фильтруют в горячем состоянии с целью очистки через отбельные земли (фуллерова земля, флоридин и т. п.), которые адсорбируют смолистые и окрашивающие вещества. Цвет полученного В. зависит от % примененной земли. Для получения В. из тяжелых парафинистых нефтей (галицийская, грозненская) последние подвергаются перегонке с перегретым водяным паром до удаления бензина и керосина, а также и масляных погонов; получается ок. 25—30% (от веса сырой нефти) «тяжелых нефтяных остатков», дающих при обработке серной к-той и едкой щелочью В. Для очистки последнего применяются два метода: 1) после удаления из «тяжелых остатков» всех более летучих составных частей остаток растворяют в бензине, и раствор подвергают обычной очистке действием серной к-ты и затем едкого натра, после чего бензин удаляют отгонкой с водяным паром; при этом методе выход В. от сырой нефти составляет около 10%; 2) иногда очистку ведут без растворения в бензине; в этом случае значительно затрудняется оседание кислого гудрона и промывка едким натром, а в вазелине остается от 0,1 до 0,3% сернокислого натра. Таким способом в Грозном получают черный технич. вазелин.

В последнее время в С.-А. С. Ш. очень распространялся способ получения В. (петролатум) из парафинсодержащих дистиллатов цилиндрического масла. Для этого нагретый до 40—45° дистиллат растворяют в 2—3 ч. нагретой до той же  $t^\circ$  нефти (промежуточный между бензином и керосином продукт) и медленно охлаждающийся в дистиллате парафин выделяется в мелкокристаллич., почти аморфном

состоянии и медленно оседает на дно резервуара. Для оседания требуется ок. 2 суток, после чего раствор дистиллата в нефти сливают с осевшего слоя. Затем нижний слой отделяют, подвергают очистке отбелными землями, спускают в перегонный куб, где отгоняют нефть. В остатке получается петролатум. Такой же обработке подвергают и верхний слой, дающий в результате хорошее цилиндрическое масло с низкой  $t^{\circ}$  застывания.

Искусственный В. готовится путем сплавления 1 ч. церезина (горный воск) с 4—8 ч. (в зависимости от  $t^{\circ}$  плавления церезина) «жидкого парафина» или легкого смазочного масла. Такой В. готовят в Германии, Австрии, СССР и других странах. Впервые искусственный В. был предложен фирмой Chesebrough Company в Нью-Йорке в 1815 г. и в настоящее время пользуется широким распространением. В. применяется в фармации и технике для всякого рода мазей, помад и косметики, в качестве смазки для машин (в масленках Штауфера и др.), для предохранения металлов, особенно железа и меди от ржавления. Различают белый, желтый и черный В., отличающиеся между собой по степени очистки. Белый В. употребляется почти исключительно в фармации для мазей, желтый — в фармации и технике — для производства разного рода паст, для чистки посуды, также для смазки машин, оружия и т. д. Употребляемый для медицинских целей В. должен иметь  $t^{\circ}$  каплепадения около  $37^{\circ}$ , т. е.  $t^{\circ}$  человеческого тела. Черный В. употребляется для предохранения от ржавления цепей, стальных канатов, грубых металлических частей машин.

Испытание В. Главным мерилом, служащим для оценки В., является  $t^{\circ}$  каплепадения, неправильно называемая  $t^{\circ}$  плавления. Она определяется по методу Уббелоде. В остальном В. оценивается по внешним признакам. Хороший В. должен быть совершенно однородным, свободным от зерен и комков, легко тянуться в нить. Чем длиннее нить, тем лучше считается В. Искусственный В. нить не дает. При хранении, даже при  $t^{\circ}$ , близкой к  $t^{\circ}$  каплепадения, вазелин не должен расслаиваться и выделять из себя масло. Искусственный В. не выдерживает этой пробы. Расплавленный естественный В. по охлаждению принимает прежнюю консистенцию, искусственный становится заметно кристаллическим и после перемешивания довольно скоро выделяет масло. Хороший естественный белый и даже желтый В. должен быть просвечивающим, а в тонком слое даже прозрачным; искусственный В. остается мутноватым. Естественный желтый В. флуоресцирует, обычно в зеленом; естественный белый В. опалесцирует. Искусственный В. этим свойством не обладает.

В СССР, несмотря на большую добычу парафинист. нефтей, грозненской и сураханской, вырабатывается только черный (собственно — темнокоричневый) вазелин в Грозном; белый же В. готовится искусственный.

Лит.: см. Вазелиновое масло.

**ВАЗЕЛИНОВОЕ МАСЛО**, по химич. составу представляет собой смесь углеводородов; добывается из нефтяных остатков. При перегонке последних с перегретым паром со-

бирают погон уд. в. 0,875—0,910, очищают его обработкой серной кислотой и раствором едкого натра, обезцвечивают настаиванием с костяным углем или безводной глиной, а затем вымораживанием отделяют от примеси твердого парафина. Наиболее пригодны для добывания В. м. продукты бакинской нефти. В. м. — бесцветная прозрачная жидкость, без запаха и вкуса, уд. в. 0,875—0,880,  $t^{\circ}_{пл.}$  — ок.  $360^{\circ}$ ; оно нерастворимо в воде и спирте, но растворяется в эфире, бензине и прочих органических растворителях; легко сплавляется с воском, стеарином и жирами, не горькнет и не изменяется от действия щелочей и кислот. В. м. применяется для приготовления различных мазей и как смазочное масло.

Лит.: Менделеев Д. И., Вазелин, Энцикл. слов. Бронгауза и Ефрона, СПб, 1891; Белл А. В., Америк. методы переработки нефти, М.—Л., 1925; Гурвич Л. Г., Научные основы переработки нефти, М.—Л., 1925. А. Беренгейм.

**ВАЗОГЕН** жидкий, вазолимент, мажеобразная основа, в которой растворяются медикаменты, как то: иод, хинин, камфора и др. В. готовится (по государственной фармакопее СССР) из олеиновой к-ты (30 ч.), спиртового раствора аммиака (10 ч.) и желтого вазелинового масла (60 ч.).

**ВАЙДА-КРАСКА**, растворимый в воде растительный экстракт, применяющийся для крашения тканей в синий цвет и извлекаемый вываркой из измельченного растения вайды. Выпарка жидкого экстракта дает твердый экстракт, поступающий в продажу в виде таблеток в деревянных ящичках. В настоящее время В.-к. продается почти исключительно неэкстрагированная в виде лепешек и шаров величиною с кулак, темного сине-зеленого или желтоватого цвета, представляющих протертые перебродившие листья вайды-травы. Лучший сорт В.-к. идет из Франции и называется пастель. В.-к. представляет индиготин или синий индиго (см.). В растении оно содержится, как полагают, либо в виде глюкозида индиката, расщепляющегося в бучильных на индиго и декстрозу под действием содержащегося в листьях энзима, либо в виде индоксила, либо, наконец, в виде какого-нибудь другого лейкосоединения. В.-к. была известна в Европе у бриттов во времена Цезаря (в частности для раскрашивания тела) и весьма распространена в средние века и позже, но с 16 века постепенно вытеснялась индиго тропич. растений рода *Indigofera*, которое с 1896 г. в свою очередь стало вытесняться синтетич. синим индиго из продуктов каменноугольного дегтя. В настоящее время В.-к. имеет весьма ограниченное применение для так назыв. вайдовых кубов (10 ч. индиго или 40 ч. 20%-ной индиговой пасты, 200 ч. вайды, 8 ч. извести, отруби, крапш, сахарный сироп, вода; товар красится в железном ящике при  $50^{\circ}$ ).

**ВАЙДА-ТРАВА**, красильное травянистое растение, *Isatis tinctoria*, или *I. lusitanica*, сем. крестоцветных (другие названия В.-т.: фарбовник, крутик, немецкое индиго, синиль, синило, синячник, синельник). Имеет крупные метелки желтых цветов и крупные, до 1 см, узкие трехгранные плодики. Распространено в Азии, в южной и средней

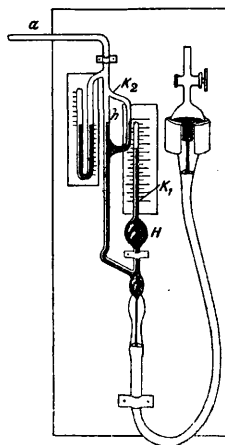
Европе. В.-т. дает синюю *вайду-краску* (см.). Вследствие некоторого, хотя и незначительного, содержания индиготина вайда-трава культивировалась в огромном количестве в З. Европе—во Франции, в Тюрингии, Лаузице и в Бранденбурге. Листья В.-т. срезают несколько раз в лето, провяливают на солнце и по измельчении подвергают брожению в кучах. В продажу поступают прессованные или подсушенные шарообразные комья перебродившей массы.

**ВАКУУМ**, разреженное состояние газа. При обычных условиях (760 мм давления ртутного столба и  $t^{\circ}=0^{\circ}$ ) в 1 см<sup>3</sup> газа находится  $3 \times 10^{19}$  молекул. В лучшем, достижимом современными средствами В. давление газа достигает  $10^{-8}$ — $10^{-9}$  мм ртутного столба, или около  $10^{-11}$  *Atm*. Так как число молекул пропорционально давлению, то оно при этих условиях равно  $3 \times 10^{19} \times 10^{-11} = 3 \times 10^8$ , т. е. в лучшем вакууме имеется все-таки огромное число молекул (100 млн. на 1 см<sup>3</sup>). Однако разного рода физич. явления в газе определяются не столько числом молекул, сколько средней свободной длиной пути  $\lambda$ , т. е. тем средним путем, который каждая молекула пролетает между двумя соседними столкновениями. Величина эта при атмосферном давлении для разных газов разная, но в общем имеет значение ок.  $10^{-5}$  см. При уменьшении давления газа  $p$  величина  $\lambda$  меняется обратно пропорционально  $p$ , так что при давлении в  $10^{-11}$  *Atm* она имеет значение  $10^6$  см, т. е. 10 км. При наличии такого В. в сосуде с линейными размерами в 20—30 см, молекулы, в нем находящиеся, практически никогда не будут сталкиваться между собой, но будут лишь ударяться о стенки прибора. В соответствии с этим все свойства В. резко отличаются от свойств плотных газов. В физике принято называть вакуумом именно такие разрежения, когда  $\lambda$  имеет величину большую, чем размеры прибора, т. е.  $> 10$ —30 см, что отвечает давлениям  $p < 10^{-3}$ — $10^{-4}$  мм ртутного столба.

Для выяснения дальнейшего необходимо остановиться на характеристике некоторых свойств В. Внутреннее трение (см. *Вязкость*) газа, как известно, обусловлено передачей количества движения молекулами быстрых слоев молекулам, двигающимся более медленно. Коэфф. внутреннего трения  $\eta = \frac{1}{2} \rho v \lambda$ , где  $\rho$ —плотность газа, а  $\lambda$ —свободная длина пути; т. к.  $\rho$  пропорционально, а  $\lambda$  обратно пропорционально давлению газа, то  $\eta$  не зависит от давления. В В. условия совершенно меняются: молекулы между собой более не сталкиваются, и трение обуславливается передачей количества движения непосредственно стенке; трение, так сказать, перестает быть внутренним и становится внешним. При этом трение разреженного газа, конечно, делается пропорциональным числу ударов молекул о стенку, т. е. падает при уменьшении давления. То же относится к теплопроводности. Если между двумя параллельными плоскостями с разными температурами  $T_1$  и  $T_2$  находится плотный газ, то внутри газа происходит прямолинейное падение темп-ры вследствие того, что передача тепла идет через столкновения между молекулами. В В., где столкновений между

молекулами нет, передача тепла идет так: молекула, сталкиваясь с горячей стенкой, приобретает энергию молекулы стенки; отразившись, она ударяется о холодную стенку, передает ей избыток энергии и, отражаясь снова, имеет уже энергию, отвечающую молекулам холодной стенки. Т. о. здесь нельзя говорить о градиенте  $t^{\circ}$  внутри газа. Теплопроводность плотного газа, как и внутреннее трение, не зависит от давления; теплопроводность же В., конечно, пропорциональна давлению. Для характеристики различия в свойствах В. и плотных газов можно привести еще пример: в сосуде, разделенном на две части перегородкой с отверстием (при чем температура стенок одной части будет  $T_1$ , а другой— $T_2$ ), в случае плотных газов давление газа в обеих частях одинаково. Трактовать вакуум как сжимаемую жидкость нельзя: стационарное состояние здесь определяется из условия, что числа молекул, пролетающих через отверстие в ту и другую сторону за единицу времени, д. б. равны друг другу. Число молекул, летящих из более горячей части в холодную ( $T_1 > T_2$ ), будет пропорционально  $n_1 u_1$ , где  $n_1$ —число молекул в единице объема первой части сосуда, а  $u_1$ —их скорость. Соответственно в другую сторону будет лететь  $n_2 u_2$  молекул. Условие равновесия:  $n_1 u_1 = n_2 u_2$ , а так как  $n$  пропорционально плотности газа, а плотность пропорциональна давлению  $p$ , деленному на абсолютную температуру  $T$ , то  $\frac{p_1}{T_1} u_1 = \frac{p_2}{T_2} u_2$ . Скорости молекул, как известно, пропорциональны  $\sqrt{T}$ , отсюда имеем  $\frac{p_1}{\sqrt{T_1}} = \frac{p_2}{\sqrt{T_2}}$ . Таково условие равновесия в В. вместо условия  $p_1 = p_2$  в плотных газах.

Эти особые свойства В. позволяют сконструировать ряд манометров, к-рыми можно измерять давление газа в В. Из них основным прибором для измерения давления является манометр Мак-Лауда. Действие его заключается в следующем. Из прибора, давление в котором необходимо измерить, газ поступает через трубку  $a$  в объем  $H$ . Поднятием груши со ртутью пространство  $H$  выключается от остальной установки, и газ в ней дальнейшим поднятием ртути сжимается до того, что весь вгоняется в капилляр  $K_1$ . Если разность уровней ртути в капилляре  $K_1$  и капилляре  $K_2$ , соединенном всегда с прибором, равна  $h$ , то давление в приборе легко м. б. вычислено по закону Бойля-Мариотта  $p = \frac{h \cdot v}{V}$ , где  $v$ —объем сжатого воздуха в капилляре  $K_1$ , а  $V$ —первоначальный объем воздуха, т. е. объем сосуда  $H$ .



Фиг. 1.

Этим очень простым способом легко измерить давления до  $10^{-6}$  мм. Недостатком его является то, что он не измеряет упругости насыщенных паров, к-рые могут иметься в установке. Кроме того, если нужен  $V$ . меньше  $10^{-4}$  мм, между этим манометром и прибором приходится ставить ловушку с жидким воздухом для того, чтобы не дать пройти в прибор парам ртути.

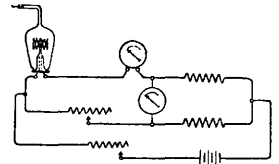
Из манометров, основанных на изменении трения с уменьшением давления в вакууме, известен манометр Габера. Он представляет собой кварцевый стерженек, конец которого оттянут в виде тонкой нити длиной около 10 см, а диаметром в несколько сотых или десятых мм. Тем или иным способом кварцевый стерженек закрепляется в вертикальном положении в стеклянном сосуде, присоединенном к тому прибору, где требуется измерить  $V$ . Ударяя пальцем по прибору, приводят нить в колебательное состояние и наблюдают амплитуду в микроскоп, через фокус которого проходит свободный конец нити. Вследствие трения амплитуда постепенно уменьшается, т. к. молекулы, налетающие на нить, берут на себя часть ее количества движения. Простое уравнение позволяет связать время  $t$ , в течение к-рого амплитуда нити убывает вдвое, и давление  $p$  газа в  $V$ :

$$p \sqrt{M} = \frac{b}{t} - a, \quad (1)$$

где  $M$ —молекул. вес газа,  $b$  и  $a$ —некоторые постоянные, определяемые размерами и материалом нити ( $b$  также пропорционально абсолютной температуре  $T^{\circ}$ ). При  $p=0$   $\frac{b}{t_0} = a$ , или  $\frac{b}{a} = t_0$ , т. е. отношение констант  $\frac{b}{a}$  определяет время  $t_0$  собственного затухания нити вследствие трения внутри кварца при его упругих колебаниях (величина очень малая). Этот способ особенно пригоден, когда измерения производятся в парах химически активных элементов (иод, хлор и т. п.), когда нельзя иметь никаких металлических частей. Кроме того, если измерить  $p$  отдельно каким-либо друг. методом, то применение манометра Габера позволяет определить мол. вес  $M$  газа, находящегося в  $V$ . Этим манометром в его простой форме можно измерить давление от  $10^{-2}$  до  $10^{-6}$  мм ртутн. столба. При некоторых усовершенствованиях область давлений может быть расширена от  $10^{-6}$  до  $10^{-1}$  мм ртутного столба.

Метод измерения вакуума, основанный на изменении теплопроводности в зависимости от давления, дан Пирани. Метод заключается в том, что платиновая или вольфрамовая проволока, длиной в 20—50 см и диаметром в несколько сотых мм, закрепляется помощью стеклянных ножек в  $V$ . (наподобие закрепления волосков электрических лампочек). По проволоке пускается ток в несколько десятков мА, чтобы нагреть ее приблизительно до  $200^{\circ}$ . Количество тепла, выделяющееся в нити, определяется ф-лой Джоуля  $W=i^2R$ , где  $i$ —сила тока, а  $R$ —сопротивление нити. Так как сопротивление платины  $R$  по определенному закону меняется с темп-рой ее, то, измеряя  $R$  мостиком Уитстона, можно определить темп-ру  $T$  нити. Зная количество тепла и

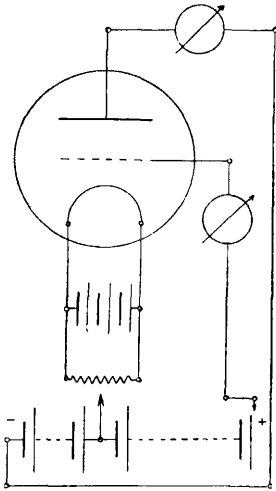
темп-ру, можно определить коэфф. теплоотдачи. Обычно поступают так: изменяя ток  $i$ , а следовательно и  $W$ , держат  $R$ , а следовательно и  $T$ , постоянным. Тогда, чем больше теплоотдача, тем больше нужно взять  $i$ ; градуируя прибор помощью манометра Мак-Лауда, можно найти зависимость между  $i$  и давлением  $p$ . Схема установок изображена на фигуре 2. Интервал давления, к-рое измеряется этим манометром,—от  $4,5 \times 10^{-2}$  до  $7 \times 10^{-6}$  мм ртутного столба.



Фиг. 2.

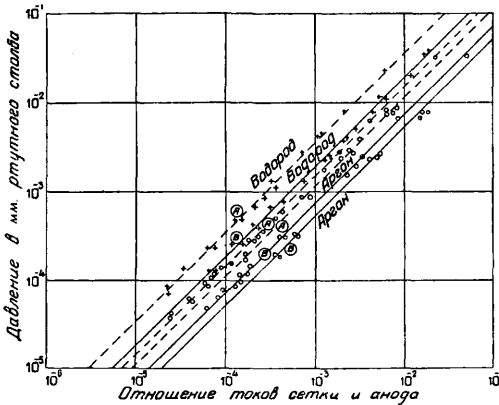
Электрич. свойства вакуума дали ему главнейшее технич. значение. Если увеличивать электрич. напряжение между двумя электродами в б. или м. плотном газе, то сначала ток практически равен 0 (т. к. газы при малых напряжениях очень хорошие изоляторы), затем возникает небольшой ток, увеличивающийся с увеличением напряжения, при чем появляется видимое свечение газа; наконец, если плотность газа большая, то происходит явление искрового разряда, при сравнительно же малых давлениях ( $< 10-15$  мм)—явление гейслерова разряда. Явление это объясняется следующим образом. В газе всегда имеется нек-рое число электронов. Под действием электрич. поля скорости электронов возрастают на протяжении одного свободного пути  $\lambda$  между соседними столкновениями с молекулами. При каждом столкновении электроны отдают свою избыточную энергию молекулам газа. Эта энергия, очевидно, равна произведению заряда электрона  $e$  на разность потенциалов на концах пройденного электроном пути  $\lambda$ .  $W = e \cdot x \cdot \lambda$ , где  $x$ —напряжение поля. Если энергия  $W$  электрона достаточно велика для того, чтобы разбить молекулу (при ударе о нее электрона) на ион и электрон, то в газе появляется новая пара ионов, к-рые, в свою очередь, являются ионизаторами новых молекул (процесс нарастает лавинообразно),—сила тока увеличивается. В  $V$ ., где свободная длина пути во много раз превышает размеры прибора, этого явления быть не может, чем и объясняется роль  $V$ . в электротехнике. Помещая в  $V$ . испускатель электронов в виде накаленной вольфрамовой проволоки, получают чисто электронный ток, определяющийся исключительно конструкцией прибора и накалом испускателя. Можно применить какие угодно напряжения между электродами без появления в газе положительных ионов. Т. о., напр., прикладывая между испускателем и анодом очень большую разность потенциалов  $V$ , позволяем электронам скопить огромную энергию, равную  $eV$  (при этом она уже не тратится на ионизацию, так как встреч электрона с молекулами практически не происходит). Ударяясь с такой энергией о катод, электроны испускают рентгеновы лучи. Если источника электронов нет, а имеются в вакууме два холодных электрода, из которых тщательно удалены окислительные газы, то разряд пройти не может. Поэтому вакуум

может сделаться лучшим изолирующим материалом, который, как было выяснено на основании исследований в Ленинградской физико-технич. лаборатории, со временем может послужить для устройства мощных высоковольтных генераторов, работающих по типу электростатическ. машин.



Фиг. 3.

Между прочим, на этих электрических свойствах В. основной прибор, позволяющий измерять давление газов в В. до крайне малых значений. Этот прибор (фиг. 3) в сущности представляет собой обычную усилительную лампу. Между испускателем и сеткой приложена очень небольшая разность потенциалов, препятствующая попаданию электронов на сетку, но позволяющая все же части электронов проникать сквозь ячейки ее в пространство между анодом и сеткой; анод же имеет очень большой положительный потенциал (несколько сот В) относительно испускателя. Электроны, проходя сквозь сетку до анода, встречают изредка на своем пути молекулы; вероятность этого процесса пропорциональна давлению остатков газа. Появляющиеся в результате этого положительные



Фиг. 4.

ионы попадают на сетку и создают ток между анодами и сеткой. Отношение этого тока сетки к току анода, конечно, очень мало, но естественно возрастает с увеличением давления. На фиг. 4 приведены графики, связывающие изменение давления в приборе и отношение токов сетки и анода. Этот метод позволяет измерить давление в пределах от  $10^{-1}$  до  $10^{-8}$  мм ртутного столба.

Для уяснения устройства насосов и методов откачки необходимо дать несколько определений и выяснить роль проводки от насоса к выкачиваемому сосуду. Мощно-

стью насоса  $S$  называется тот объем газа, который он ежесекундно удаляет из откачиваемого сосуда при том давлении  $p$ , которое в это время имеет место в приборе, т. е.  $S = \left(\frac{dV}{dt}\right)_p$ ; если объем откачиваем. сосуда  $V$ ,

то  $\frac{dV}{dt} = -\frac{V}{p} \cdot \frac{dp}{dt}$ , где  $dp$  есть изменение давления в сосуде. Так как насос соединяется не непосредственно с откачиваемым сосудом, но помощью трубок той или иной длины, то мощность  $S$  откачки не равна мощности  $S_0$  насоса, но меньше ее. Если  $x$  есть давление в сосуде, а  $p$  — в насосе, то объем ежесекундно проходящего через проводку (соединяющую насос с прибором) газа равен  $\frac{x-p}{W}$ , где  $W$  — сопротивление проводки.

Величина  $W$  для плотных газов, согласно закону Пуазейля, равна  $\frac{8\eta L}{\pi R^4}$ , где  $L$  — длина трубки,  $R$  — радиус ее сечения,  $\eta$  — коэфф. внутреннего трения. Так как трение в В. совсем иное, то для вакуума  $W$  имеет величину меньшую. Вместо формулы Пуазейля имеем для В. формулу Кнудсена:

$$W = \frac{3}{4} \cdot \frac{L\sqrt{p}}{R^2\sqrt{2\pi}}, \quad (2)$$

где  $\rho$  — плотность газа. При мощности насоса  $S_0$  объем ежесекундно удаляемого им из самого себя газа равен  $\frac{dV_s}{dt}$ , при чем  $V_2$  — объем при давлении  $p$  в насосе. Если  $S$  есть скорость удаления газа из откачиваемого сосуда, то  $S = \frac{dV_1}{dt}$ , где  $V_1$  — объем газа, взятый при давлении  $x$  в сосуде. Так как из сосуда удаляется то же самое весовое количество газа (сколько проходит через трубки, столько же удаляется насосом), то  $Sx = S_0p = \frac{x-p}{W}$ . Отсюда мощность, с к-рой удаляется газ из откачиваемого прибора:

$$S = \frac{x-p}{x \cdot W} = \frac{1-p}{x} = \frac{1-S_0}{W},$$

или  $W = \frac{1}{S} - \frac{1}{S_0}$ , т. о.  $\frac{1}{S} = \frac{1}{S_0} + W$ ,

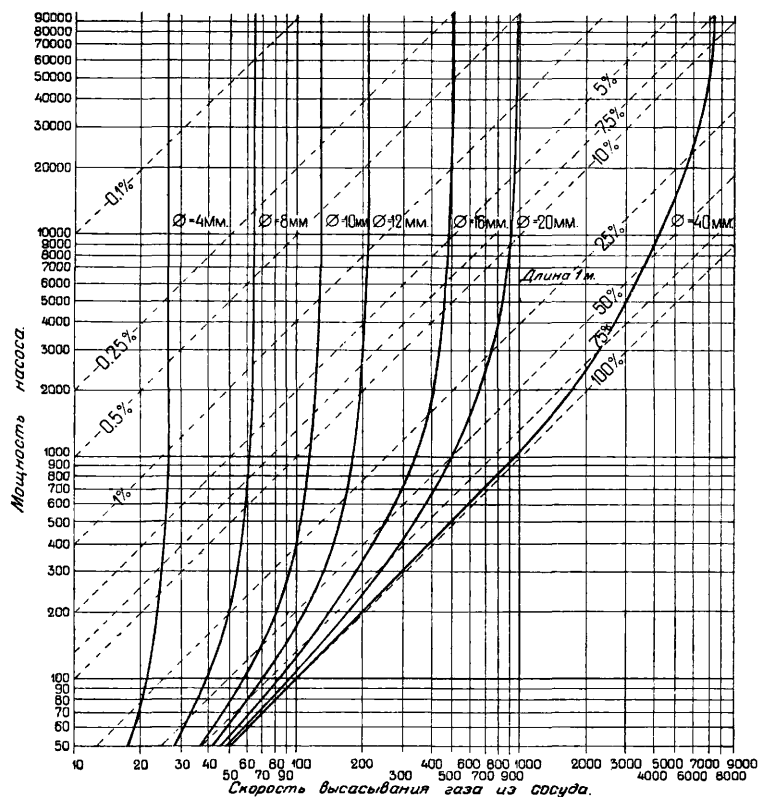
а  $S = \frac{1}{\frac{1}{S_0} + W}$ . (3)

Мощность  $S_0$  изучена для разного типа насосов; она непостоянна и зависит от давления. Величины  $S_0$  будут даны ниже. На фиг. 5 приведена взятая из книги Геца диаграмма, позволяющая простым способом количественно оценить роль различной проводки на основе ф-л (2) и (3): на оси ординат отложены  $S_0$ , на оси абсцисс —  $S$ . Вся табл. относится к воздуху и к  $L=1$  м. Пояним пользование таблицей на примерах.

1) Определить максимальную (при  $S_0 = \infty$ ) скорость откачки в случае проводки, состоящей из трубки длиной 2,25 м и  $\varnothing = 4$  мм. Кривая  $\varnothing = 4$  мм при  $S_0 = \infty$  имеет значение 27, т. е. насос бесконечной мощности дает скорость откачки 27 см<sup>3</sup>/сек при длине проводки в 1 м. Так как скорость откачки обратно пропорциональна длине, то при длине проводки в 2,25 м скорость

$$S = \frac{27}{2,25} = 12 \text{ см}^3/\text{сек}.$$

2) Имеется насос Лангмюра  $S_0 = 1\,000\text{ см}^3$ . Проводка состоит из трубки длиной 1 м и диаметром 16 мм. Тогда, находя пересечения



Фиг. 5.

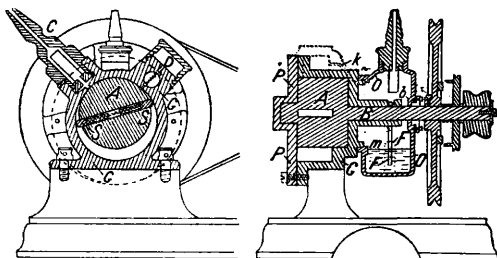
прямой  $S_0 = 1\,000$  с кривой  $\varnothing = 16$  мм, имеем:  $S = 340\text{ см}^3/\text{сек}$ .

3) При трубке длиной 1 м и  $\varnothing = 16$  мм и насосе, для которого  $S_0 = 1\,200\text{ см}^3/\text{сек}$ ,  $S$  составляет 25% от  $S_0$ . (Действительно,  $S_0 = 1\,200$ ;  $S = 300$ .)

**Форвакуумные насосы.** Большое разрежение получается в две стадии. Сначала необходимо получить предварительное разрежение, так называемый форвакуум. Насосы, употребляемые для этого, называются форвакуумными. Затем другие насосы, вакуумные, откачивают дальше. В качестве форвакуумных насосов в настоящее время употребляются гл. образом вращающиеся масляные насосы. Уплотнение насоса достигается тем, что все трущиеся части тщательно шлифованы и обильно смазаны маслом. Некоторые конструкции насосов устроены так, что они прямо погружены в масло. Наиболее употребительными являются насосы, выпускаемые фирмами Лейбольд и Пфейфер. Конструкция насоса фирмы Лейбольд (насос Геде) изображена на фиг. 6. На валу  $B$  сидит цилиндр  $A$  со стальными планками  $S$ , которые прижимаются пружиной к стенкам латунной станины  $G$ . С передней стороны все это закрыто хорошо шлифованной латунной плитой  $P$ . В коробку  $O$  наливается масло до уровня  $m$ . Стеклое окошко  $F$  служит

для контроля над количеством масла. Вал выводится наружу через сальник  $b$ . При вращении цилиндра  $A$  в направлении против часовой стрелки воздух всасывается через  $C$  и выталкивается через клапан  $D$  и канал  $k$  в коробку  $O$ . Скорость откачки таких насосов пропорциональна числу оборотов. Для этого типа насосов скорость откачки равна  $\sim 27\text{ см}^3/\text{сек}$ . Предельное давление 0,1—0,05 мм. Насосы, которые выпускаются фирмой Пфейфер, отличаются от насосов Лейбольда устройством клапана и тем, что в них весь корпус насоса погружен в масло. Скорость откачки этих насосов достигает  $1\,600\text{ см}^3/\text{сек}$ , их предельное давление 0,1—0,001 мм. Фирма Пфейфер выпускает также комбинированные насосы, двойные и тройные, которые обладают или еще большей скоростью откачки или меньшим предельным давлением (до  $10^{-4}$  мм). Насосы Пфейфер и аналогично им устроенные насосы фирмы Сименс-Шуккерт обладают тем недостатком, что при их остановке масло из насосов всасывается, если не

принять мер, в установочку. Насосы Геде свободны от этого недостатка. В последние годы фирма Лейбольд выпустила новую дешевую модель форвакуумных насосов. По устройству они представляют среднее между старыми насосами Геде и насосами Пфейфер. Корпус



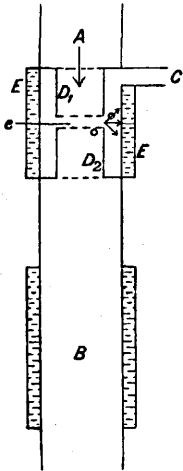
Фиг. 6.

их сделан из железа и весь погружен в масло. Скорость откачки очень велика, предельное давление 0,1—0,05 мм. Недавно форвакуумные насосы разных типов начали изготавливать в СССР. Почти все форвакуумные насосы при вращении в противоположную сторону могут служить нагнетающими насосами. В этих условиях форвакуумные насосы дают от 1,5 до 3  $Atm$ .

**Вакуумные насосы.** Для получения высокого  $V$ , употребляются два типа насосов:

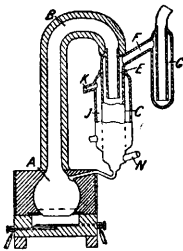
1) ртутные диффузионно-конденсационные и 2) вращающиеся молекулярные.

1) Д и ф ф у з и о н н о - к о н д е н с а ц и о н н ы е н а с о с ы (фиг. 7). Струя ртутного пара течет по трубе *A* в направлении, указанном стрелкой. Внутрь *A* вставлена труба *D*<sub>1</sub> — *D*<sub>2</sub>, в которой имеется кольцевой разрыв *e*; *C* — труба, ведущая к откачиваемому пространству, наполненному каким-нибудь газом. Через *E* пропускается вода для охлаждения стенок трубы *A*. Из щели *e* атомы ртути разлетаются в направлении, указанном стрелками. Чем ближе к щели *e*, тем плотность ртутных паров больше. В струе ртутного пара в *A* парциальное давление газа равно нулю, и вследствие разности парциальных давлений, газ диффундирует из трубы *C* в *A*. Если плотность вблизи самой щели *e* настолько велика, что диффундирующие молекулы сталкиваются с атомами ртути, не доходя до края щели *e*, откачки



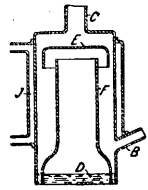
Фиг. 7.

происходить не будет. Если плотность атомов ртути в струе такова, что столкновения с ними происходят редко, молекулы газа попадают из трубы *C* в *B* и уносятся струей ртутного пара. Насос будет работать тем лучше, чем больше скорость струи ртутного пара. Большая скорость в некоторых насосах достигается особой формой сопла, в других насосах — интенсивным охлаждением. Расчет показывает, что щель должна быть порядка длины свободного пути. Когда скорость ртутного пара равна или более тепловой скорости атомов, то ртутные атомы, несмотря на наличие щели, к стенкам трубки *A* лететь почти не будут и поэтому не будут мешать диффузии газа из *C* в *A*; в этом случае размеры щели не имеют большого значения. Скоростью ртутного пара определяется также и форвакуумное давление (давление в *A*). Если форвакуумное давление больше определенной величины, то газ из *A* начинает проходить в *C*, и там происходит повышение давления. Так как скорость диффузии не зависит от абсолютной величины давления, то эти насосы теоретически могут дать бесконечное разрежение. Ниже приводится описание самых употребительных насосов, основанных на указанном принципе. а) Насос Лангмюра (фиг. 8). В баллон *A* наливают ртуть, которая подогревается электрической печью. Ртутный пар конденсируется на стенках трубы *C*, охлаждаемых водой, протекающей через *K* и *J*. Откачиваемый газ засасывается через зазор *E* и трубу *F* из прибора. *G* — ловушка, которая охлаждается жидким возду-

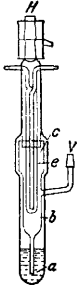


Фиг. 8.

хом и предохраняет прибор от ртутного пара. Форвакуумный насос присоединяется к *N*. Скорость откачки этого насоса около 1500—4000 см<sup>3</sup>/сек, требуемый форвакуум 5 × 10<sup>-2</sup>—10<sup>-3</sup> мм. б) Металлический насос Лангмюра (фиг. 9). Ртуть в *D* нагревается, проходит через сопло *F*, под крышкой *E* меняет направление и конденсируется на охлаждаемых водой стенках *J*. Переменой направления струи достигается то, что ртутный пар совсем не попадает в вакуумную часть. Откачиваемый прибор присоединяется к *C*, форвакуумный насос присоединяется к *B*. Скорость откачки такого насоса ок. 4000 см<sup>3</sup>/сек, требуемый форвакуум около 0,5 мм. в) К-насос Фольмера (фиг. 10). Пары идут из *a* через *b*, при прохождении через *c* меняют направление и конденсируются на охладителе *e*; насос через трубку *V* соединяется с форвакуумным насосом, а через *H* — с откачиваемым прибором. Скорость откачки и форвакуумное давление такие, как у других стеклянных насосов.

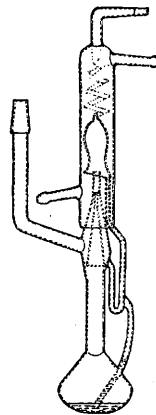


Фиг. 9.

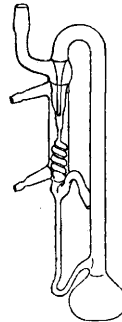


Фиг. 10.

Большинство описанных до сих пор насосов требуют форвакуумного давления порядка 10<sup>-2</sup> мм. Для его получения приходится применять вращающиеся масляные насосы, которые довольно дороги, а иногда бывают неудобны (когда нужно избежать попадания в *B* следов углеводородов). Поэтому чрезвычайно полезными являются ртутно-конденсационные насосы, дающие возможность работать с



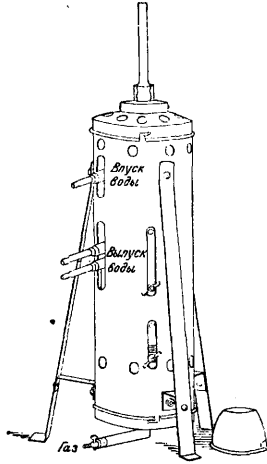
Фиг. 11.



Фиг. 12.

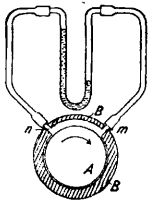
форвакуумом от водоструйного насоса. Эти насосы отличаются очень узкой щелью или соплом, что дает им возможность выдерживать большее давление в форвакууме. Но это же обстоятельство очень сильно снижает скорость откачки. Для получения высокого В. нужно, кроме них, употреблять еще какой-нибудь насос из ранее описанных. Наиболее употребительными конструкциями форвакуумных ртутно-конденсационных насосов является насос Фольмера (фиг. 11) и насос, изображенный на фиг. 12. Они дают разрежение до 10<sup>-3</sup> мм и требуют форвакуума в 15—20 мм. Скорость откачки около 200 см<sup>3</sup>/сек. Форвакуумный ртутно-конденсационный насос часто соединяют с вакуумным в один двухступенчатый насос, который дает те же результаты, что и два насоса, соединенные последовательно, но обладает многими преимуществами: одно подогревающее и охлаждающее устройство,

компактность и т. д. Внешний вид одного из таких насосов—двухступенчатого насоса Фольмера—дан на фиг. 13; форвакуумное давление—15 мм; скорость откачки очень велика: около 5 000 см<sup>3</sup>/сек. Недавно фирмой Лейбольд выпущен трехступенчатый насос Геде, который по своим качествам оставляет далеко позади все описанные насосы. Он сделан весь из стали. Верхнее сопло служит вакуумным насосом и устроено, как в насосах Лангмюра (фиг. 9). Среднее сопло имеет коническую насадку и работает, как вакуумный насос Кроффорда. Нижнее сопло также коническое. Скорость струи в нем очень велика, зазор очень мал; этим достигается возможность работы с форвакуумом в 20 мм. Скорость откачки верхн. сопла около 40 000 см<sup>3</sup>/сек. Недостатком этого насоса является большое количество отдельных частей, соединенных винтами. Легко может случиться, что где-нибудь уплотнение окажется недостаточным, и в насос будет натекать воздух. Кроме того, этот насос легко может быть испорчен химически активными газами.



Фиг. 13.

Вращающиеся молекулярные насосы. Когда молекулы газа отражаются от быстро движущейся поверхности, они приобретают составляющую скорость в направлении ее движения. Если цилиндр *A* быстро вращается в направлении стрелки (фиг. 14), то ударяющиеся о него в пункте *n* молекулы приобретут скорость в направлении вращения, и давление в точке *t* будет выше, чем в *n*. Эта разность давлений не сможет выравниваться, если зазор между *A* и *B* будет достаточно мал. Таким именно образом устроен вращающийся молекулярный насос Гольвега.



Фиг. 14.

В корпусе с геликоидальными вырезами вращается полый барабан из дуралюминия со скоростью 4 000 об/м.; зазор между ним и корпусом равен 0,05 мм. Воздух засасывается в трубу, которая подведена к середине корпуса, и направляется в геликоидальные вырезы, глубина которых уменьшается от середины к концам. Эти вырезы открываются в форвакуумное пространство, с которым соединен форвакуумный насос. Ротор электромотора сидит на одном валу с барабаном насоса и находится в пространстве, где давление равно форвакуумному. Противоположный конец вала выведен под крышку, где давление также равно форвакуумному. Этим достигается хорошее уплот-

нение выводов вала. При форвакууме в 0,1 мм окончательное давление ок.  $10^{-7}$  мм; скорость откачки 2 300 см<sup>3</sup>/сек.

**Откачка.** Наиболее существенной частью процесса откачки является удаление газа, абсорбированного и адсорбированного стеклянными и металлич. частями прибора. По своему химическ. составу газ этот представляет смесь паров воды, CO<sub>2</sub>, CO, N<sub>2</sub> и т. п. Для удаления газов из стекла необходимо прогревать его в вакууме под непрерывно работающими насосами при *t*<sup>o</sup>, близкой к 450<sup>o</sup>. После 2—3-часового прогрева главные массы газа и водяных паров можно считать удаленными; чем выше *t*<sup>o</sup> прогрева, тем лучшие будут достигнуты результаты. Для стекла пирекс эта *t*<sup>o</sup> м. б. доведена до 700<sup>o</sup>; для нормального типа стекла она не должна превышать 500<sup>o</sup>. Значительно более сложной задачей является удаление газов из металла, так как металлич. части ряда вакуумных приборов подвергаются иногда в процессе работы значительному нагреванию (антикатоде рентгеновских трубок, аноды генераторных ламп и кенотронов и проч.). Для достижения сколько-нибудь удовлетворительных результатов необходимо прогревать металлич. части при возможно более высоких *t*<sup>o</sup>, близких к *t*<sup>o</sup> плавления. Из этих соображений материалом для конструирования различного рода вакуумных приборов могут служить металлы с достаточно высокими *t*<sup>o</sup> плавления: вольфрам, молибден, тантал, никель, железо и некоторые другие. Медь и алюминий могут употребляться лишь в местах, не подвергающихся сколько-нибудь значительному нагреванию. Перед помещением металлич. частей в В. их следует прокалить в атмосфере водорода для восстановления имеющегося на них слоя окиси. Прогрев металлических частей в В. для удаления из них газов производится токами Фуко высокой частоты или электронной бомбардировкой. Тренировка электронной бомбардировочной генераторной лампы средней мощности производится следующим образом. После 2—3-часового прогрева баллона лампы под непрерывно работающими насосами можно приступить к тренировке электродов. Для этого соединяют накоротко сетку и анод и подают между ними и накалывающейся нитью лампы разность потенциалов, несколько превышающую нормальную рабочую. Нужно следить, чтобы в момент подачи напряжения в баллоне не вспыхивало лиловатое свечение, обусловленное ионизацией остатков газа в лампе. Если такого свечения нет, доводят анод до желто-белого свечения, выключая напряжение немедленно по появлении объемного свечения, указывающего на выделение газа. После нескольких операций выделение газа из анода прекращается; при этом прибор, измеряющий силу тока в цепи анод-нить, дает постоянные показания. Если больших колебаний анодного тока нет, тренировка считается законченной, и лампу отпаяют. В течение всего процесса откачки в специальной ловушке между насосами и откачиваемой лампой должен находиться жидкий воздух, служащий для вымораживания ртутных паров, проникающих из



насосов. Употребление в вакуумной части проводки кранов и шлифов нежелательно, так как это влечет за собой попадание в вакуум паров замазки. Для предохранения форвакуумного насоса от попадания в него из установки паров воды рекомендуется ставить между ними сушилки с хлористым кальцием.

Детали вакуумных приборов. а) Впаив. При заводском изготовлении разного рода вакуумных приборов: рентгеновских трубок, генераторных ламп, кенотронов и т. п., рассчитанных на длительную работу, особое внимание следует обращать на места выводов внутренних электродов. При впаивании металла в стекло приходится подбирать коэффициенты расширения близкими друг к другу, т. к. в противном случае по затвердевании стекла оно или отстает от металла или же дает трещины. Наиболее удобным материалом для впаев является платина, имеющая коэфф-т расширения, близкий к свинцовому ( $\alpha = 9 \times 10^{-6}$ ) и обыкновенному стеклу ( $\alpha = 8,5 \times 10^{-6}$ ). В последнее время из-за дороговизны платины употребляют в качестве материала для впаев специальный сплав никеля с железом—и п в а р (36% Ni), а также обыкновенную красную медь. При впаивании меди ее следует сначала прогреть в окисляющем пламени горелки до получения на ней слоя черной окиси меди. После этого ее опускают в насыщенный раствор буры и повторяют эту операцию до тех пор, пока ее поверхность не приобретет яркокрасного оттенка. К меди, обработанной т. о., стекло прилипает и (при не слишком большой толщине впаев) почти совершенно от него не отстает. Для впаев в ножки ламп накаливания и катодных ламп употребляется инвар с 40% содержанием Ni, покрытый снаружи слоем меди, составляющим в сечении около 20% площади впаивания. Общий коэфф. расширения таких проволок близок к коэфф. расширения стекла. Наличие же внешней медной рубашки уменьшает слишком большое электр. сопротивление инварного впаивания. Наздах Филлипа употребляется в качестве материала для впаев сплав из 85% железа и 15% хрома, также обладающий близким к стеклу коэфф-том расширения. б) Краны, шлифы и замазки. В лабораторной практике, где приборы б. ч. от насосов не отпаиваются, большое применение имеют краны, шлифы и замазки. В вакуумной части установки могут употребляться краны лишь с очень большими отверстиями (не менее 4—5 мм) и с очень тщательной пришлифовкой. Хороший вакуумный кран почти не дает течи при смазке его специальной замазкой (Вакуумhahnfett). К кранам в форвакуумной части проводки не следует предъявлять особенно высокие требования, т. к. течь в ней менее опасна. В лабораторной практике употребляются шлифы диам. до 60—70 мм. Шлифы больших диаметров недостаточно механически прочны, и употребление их нежелательно. Смазку шлифов следует производить замазкой для кранов, а также специальными мягкими сортами замазок. Необходимо помнить, что проворачивать шлиф диаметром более 50 мм под ва-

куумом опасно; проворачивать вообще можно только шлифы, смазанные замазкой для кранов, при чем их следует всегда несколько прогреть. Для соединения между собой частей приборов, для вывода электродов, вмазки янтарей и т. п. очень удобно употребление различных легкоплавких замазок (менделеевской, пицеина, сургуча и т. п.). Замазку следует наносить в полужидком состоянии и только на прогретые части прибора. После придания ей нужной формы следует оплавить ее поверхность небольшим пламенем, чтобы таким образом сделать ее совершенно гладкой. Хорошо замазанный впаив ничем в смысле течи не отличается от впаив в стекло.

Вспомогательные методы откачки. а) Абсорбция углем. При низких темп-рах некоторые специально приготовленные сорта угля (уголь кожурь кокосового ореха, кожуры абрикосовых косточек) обладают способностью поглощать большое количество газа. Этим явлением пользуются часто в вакуумной технике, когда в сравнительно короткое время нужно достичь больших степеней разрежения. Предварительно активированный прогревом до 800—900° уголь помещают в цилиндрич. сосуд из тугоплавкого стекла, припаяв к прибору и под непрерывной откачкой прогревают при 400—500° в течение 2-3 ч. После прогрева прибор отъединяют от насосов и баллон погружают в сосуд Дьюара с жидким воздухом. Получаемое т. о. разрежение в приборе в короткий промежуток времени достигает  $10^{-8}$  мм ртутн. ст. б) Абсорбция распылением металла. Явлением абсорбции газа распыленным металлом пользуются в заводских условиях при откачке микроламп. При монтажке лампы на ее анод помещают небольшой кусочек магния, который после откачки и отпайки лампы возгоняется на стенки баллона. Возгонка производится прогревом всех металлических частей лампы токами Фуко высокой частоты. Весь процесс такой химическ. откачки продолжается всего лишь несколько секунд. Предварительно электронной бомбардировкой металлич. части микроламп не тренируются, т. к. их нить, покрытая торием, не выносит сколько-нибудь длительных перекалов. в) Откачка возгонкой фосфора. На современных заводах, изготовляющих лампы накаливания, в большом употреблении следующий метод их откачки. На нить лампы перед запайкой нити в баллон наносится коллоидный раствор красного фосфора в спирту. После откачки лампы простым масляным насосом до давления в 0,01—0,001 мм ртутн. ст. она отпаявается, и нанесенный на нее красный фосфор прогревом нити испаряется, переходя при этом в активную модификацию. Химическое действие активн. модификации фосфора и происходящая при возгонке его ионизация связывают остатки газа, заключенного в баллоне. См. *Пустотные приборы*.

Лит.: Goetz A., Physik und Technik d. Hochvakuum, Braunschweig, 1926; Dushman S., Production and Measurement of High Vacuum, N. Y., 1922 (в немецком переводе—Hochvakuumtechnik, B., 1926); Dupouey L., La technique du vide, Paris, 1924. А. Лейтунский, Н. Семенов, А. Шальников.

**ВАКУУМ-АППАРАТ**, закрытый сосуд, служащий для выпарки растворов и сохраняющий при помощи особых приспособлений давление ниже атмосферного. Обогревание вакуум-аппарата производится паром, горячей жидкостью, открытым огнем, а в последнее время—электричеством. Первый В.-а. был изобретен английским химиком Говардом в 1812 г. для выпарки сахарных растворов в сахарном производстве.

Принцип действия В.-а. основан на том, что с понижением давления  $t^{\circ}_{кип}$  жидкости понижается. Это дает возможность широко применять В.-а. в химической промышленности, где часто приходится выпаривать жидкости, к-рые при свойственной им  $t^{\circ}_{кип}$  разлагаются или теряют нек-рые из своих физич. свойств. К числу таких жидкостей принадлежат, например, многие органич. растворы. Некоторые жидкости кипят при слишком высокой  $t^{\circ}$ , и для выпарки их при паровом обогреве пришлось бы прибегать к повышенным давлениям греющего пара, что повлекло бы за собой необходимость более дорогих котлов и более солидных конструкций всех вспомогательных устройств. Для получения разрежения в аппарате пользуются конденсатором и воздушным насосом; в конденсаторе при помощи охлаждающей смеси сжижают пар, а насосом удаляют воздух, попадающий в аппарат вместе с жидкостью и через различ. неплотные соединения.

Материалом для постройки В.-а. в зависимости от его назначения могут служить железо, чугун, красная и желтая медь, свинец, стекло, фарфор и пр. В.-а. должен иметь форму, к-рая оказывала бы наибольшее сопротивление внешнему давлению атмосферного воздуха; обычно ему придают вид яйца, цилиндра, конуса. Одной из главных частей паровых В.-а. является обогревательная камера, которая делается в виде двойного дна, змеевика или пучка горизонтальных или вертикальных труб. В последние годы стали строить В.-а. с камерами системы Герцендорфа, состоящими из плоских пустотелых колец, вставленных одно в другое; высота колец имеет от 1 до 1,7 м при расстоянии между кольцами в 80 мм. Первый В.-а., построенный Говардом, имел обогревательную камеру в виде двойного дна, между стенками к-рого циркулировал пар. Эта конструкция, сохранившаяся и до сих пор, применяется гл. обр. в аппаратах небольшой емкости; неудобство ее в том, что она допускает местные перегревы выпариваемой жидкости и неравномерно нагревает ее в различных слоях. Для устранения этого дефекта такие аппараты стали снабжать мешалками, создающими побудительную циркуляцию. Паровые змеевики удобны тем, что равномерно нагревают жидкость и дают возможность регулировать температуру внутри аппарата; для этого змеевик разбивают на несколько отдельных частей с самостоятельным впуском пара и удалением конденсата. В змеевиках следует стремиться к тому, чтобы длина каждого из них не превышала 150—200 диаметров. К числу достоинств змеевиков следует отнести также и хорошую циркуляцию жидкости внутри аппарата. Камера из прямых тру-

бок создает хорошую циркуляцию жидкости и позволяет вести выпарку в тонком слое. Материалом для обогревательных элементов служат металлы с наибольшей теплопроводностью, если нет каких-либо особых условий, препятствующих этому,—например разъедающего действия выпариваемых жидкостей на металлы.

Расход тепла на выпаривание жидкости определяется по формуле

$$Q = Sc(t - t_0) + W(\lambda - ct),$$

где  $Q$  — количество тепла в Cal,  $S$  — количество раствора, поступающего в В.-а., в кг,  $c$  — удельная теплоемкость раствора,  $W$  — количество выпариваемой жидкости в кг,  $\lambda$  — полная теплота пара испаряемой жидкости  $t$  — тем-ра кипения и  $t_0$  — температура поступающего в В.-а. раствора. Для получения истинного значения расхода тепла следует определить потерю тепла аппаратом в окружающую среду и прибавить ее к полученному значению  $Q$ . Необходимая поверхность нагрева (в  $m^2$ ) определяется по формуле:

$H = \frac{Q}{K\theta_m}$ , где  $Q$  — расход тепла в Cal,  $K$  — коэфф-т теплопередачи,  $\theta_m$  — средняя разность темп-р. Коэффициент теплопередачи  $K$  определяется в зависимости от конструкции обогревательной камеры, материала ее и условий работы. По Гаусбранду, он составляет для двойного дна 1400—1800 Cal в час, если жидкость находится в спокойном состоянии, и до 3500 Cal в час — при перемешивании. Для змеевика из красной меди  $K = \frac{1900}{\sqrt{dl}}$  Cal/час, где  $d$  — диаметр змеевика в м,  $l$  — длина змеевика в м. Коэффициент теплопередачи для змеевиков из другого материала определяется по этой же формуле, но вводится опытный поправочный коэфф., к-рый составляет для железа 0,75, чугуна — 0,60, свинцовых труб — 0,50. Для трубчат. камеры, если пар обогревает трубы,

$$K = 750 \sqrt[3]{0,007 + v},$$

где  $v$  — скорость движения жидкости в трубах. Если пар циркулирует внутри труб со скоростью  $v_1$ , то

$$K = 750 \sqrt{v_1 \cdot \sqrt[3]{0,007 + v}}.$$

Все эти коэфф-ты относятся к меди; для железных труб они уменьшаются на 15—20%. Средняя разность  $t^{\circ}$  определяется по ф-ле:

$$\theta_m = \frac{\theta_a - \theta_e}{\ln \frac{\theta_a}{\theta_e}},$$

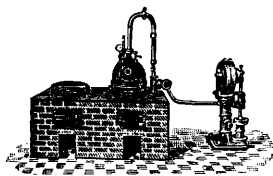
где  $\theta_a$  — максимальная разность  $t^{\circ}$ ,  $\theta_e$  — минимальная разность  $t^{\circ}$ .

Расход пара определяется по формуле:

$$D = \frac{Q}{\lambda - \tau},$$

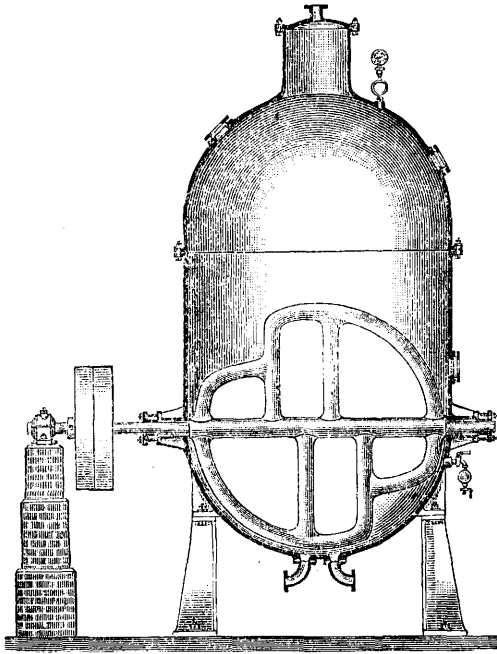
где  $Q$  — расход тепла в Cal, потребного на выпарку,  $\lambda$  — теплосодержание греющего пара,  $\tau$  — температура конденсата.

На фиг. 1 представлена установка вакуум-аппарата с обогревом открытым огнем. Такого рода конструкции употребляются на мелких



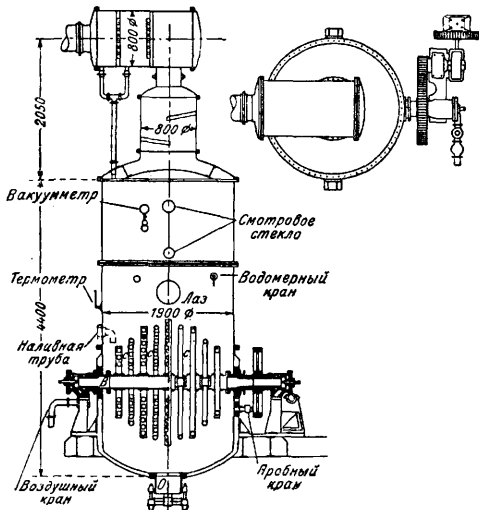
Фиг. 1.

консервных, кондитерских и других ф-ках. На фиг. 2 изображен литой В.-а., внутри эмалирован., употребляемый в химич. промышленности для выпаривания жидкостей, разъедающих металлы. Нагревание здесь



Фиг. 2.

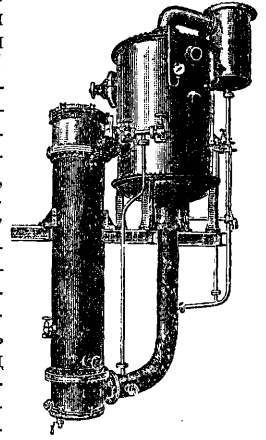
происходит через пустотелую мешалку, в которую пускают пар. На фиг. 3 изображен аппарат с вращающейся поверхностью нагрева. Пар пускается через пустотелый вал *B* и распределяется по отдельным секциям *C*. Выгрузка готового продукта происходит через ниж. отверстие *O*. На фиг. 4 пред-



Фиг. 3.

ставлен вакуум-аппарат з-да Фолькмар Геннг (Volkmar Hänig) в Дрездене с выносной поверхностью нагрева. Удобство такой конструкции заключается в том, что она позво-

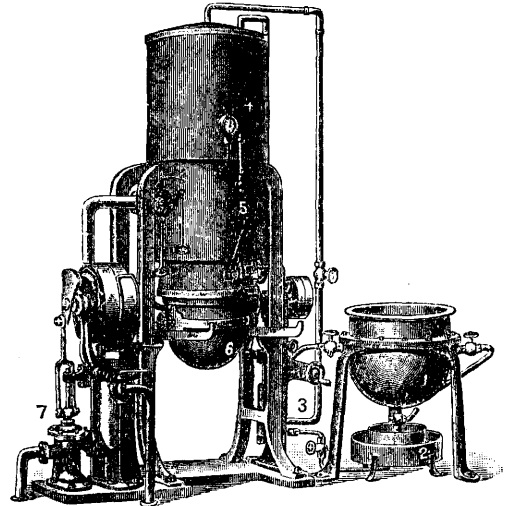
ляет вести выпарку в тонком слое. Наконец фиг. 5 изображает непрерывно действующий В.-а., употребляемый на кондитерских ф-ках для варки карамельной массы. Процесс варки здесь происходит след. образом: сироп, состоящий из смеси сахара, патоки и воды, подогревается в варочном котле 1 до  $t^{\circ}$  100—105° и спускается в бак 2, откуда сиропным насосом 3 подается в верхнюю часть аппарата 4, где проходит по змеевику, обогреваемому снаружи паром, и перегревается до 127—130°. Из змеевика перегретый сироп выходит в среднюю часть 5, находящуюся под разрежением, вследствие чего здесь происходит быстрое испарение влаги, которая и удаляется в виде смеси пара и воздуха благодаря действию мокро-



Фиг. 4.

воздушного вакуум-насоса 7. Готовая карамельная масса спускается в нижний приемник 6, откуда и удаляется.

Все вакуум-аппараты должны быть снабжены следующей арматурой: 1) вакууметром,



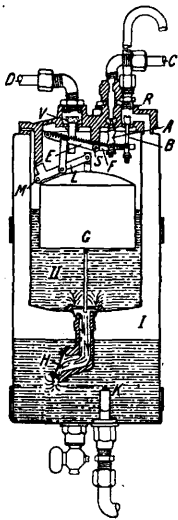
Фиг. 5.

2) термометром, 3) воздушными кранами, 4) смотровыми стеклами.

Лит.: З у е в М. Д., Тепло в сахарном производстве, Харьков, 1913; Ф о н и н Л., Методы и орудия химич. техники, ч. II, Л., 1925; С ы р о м я т н и к о в М., Механич. оборудование свеклосахарных заводов, Киев, 1917; К и р о в А. А., Аппаратура и основные процессы химич. технологии, М.—Л., 1927; Отчет комиссии Сахаротреста о загр. командировке, М., 1927; Н а у с b r a n d Е., Verdampfen, Kondensieren u. Kühlen, В., 1924. В. Тихомиров.

В.-а. на автомобилях служит для подачи путем разрежения горючего из бензинового бака в карбюратор. Большое распространение имеет В.-а. системы Кингстона, разрез которого представлен на фиг. 6.

Работа В.-а. протекает следуюш. образом: из камеры *I*, сообщающейся с атмосферой через патрубок *R*, бензин по трубопроводу *K* самотеком поступает в карбюратор. При понижении уровня бензина в камере *I*, давление бензина в камере *II* на шарнирный клапан *H* увеличивается, клапан *H* приоткрывается, и бензин из камеры *II*



Фиг. 6.

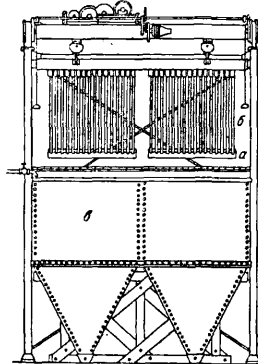
переливается в камеру *I*; при этом уровень бензина в камере *II* понижается и поплавков *G* вместе с его осью опускается. Ось поплавка связана шарнирно с рычагом *L*, вращающимся около точки *M*. Рычаг *L* на середине длины шарнирно соединен вертикальной серьгой с рычагом *E*, к-рый вращается около оси *S*; около той же оси *S* вращается рычаг *F*; концы рычагов *E* и *F* стягиваются тонкой спиральной пружиной. При опускании поплавка рычаг *L*, а следовательно, и рычаг *E* опускаются книзу. Под действием спиральной пружины рычаг *F* также опускается книзу, тем самым открывая клапан *A* и закрывая клапан *B*.

При открытии клапана *A* камера *II* соединяется со всасывающей трубой мотора через трубопровод *C*. Закрытие клапана *B* прекращает доступ в камеру *II* атмосферного воздуха через патрубок *R*, следовательно, при открытом клапане *A* и закрытом клапане *B* в камере *II* получается вакуум (разрежение), благодаря которому из бензинового бака, подвешенного на шасси автомобиля, засасывается бензин в камеру *II* через трубопровод *D* и фильтр *V*. При наполнении камеры *II* бензином, поплавок *G* поднимается, а вместе с ним и рычаги *L*, *E* и *F*. Поднятие рычага *F* ведет к закрытию клапана *A* и открытию клапана *B*. При открытом клапане *B* камера *II* сообщается с наружным воздухом, и засасывание бензина прекращается. При открытом клапане *B* давление в камерах *I* и *II* будет одинаковое, бензин из камеры *II* переливается в камеру *I*, из к-рой поступает в карбюратор, и процесс возобновляется.

**ВАКУУМ-ОЙЛЬ**, америк. смазочн. масла, родственные апшеронским *вискозинам* (см.).

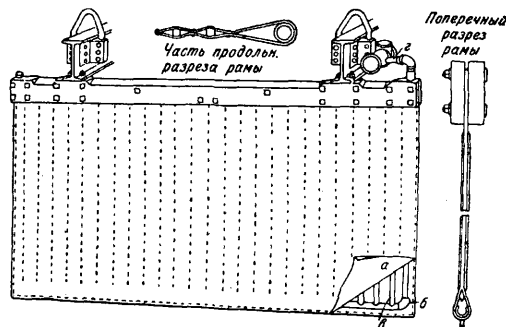
**ВАКУУМ-ФИЛЬТРЫ** (в металлургии), аппараты, в к-рых для ускорения фильтрации применяется разность давлений по обе стороны фильтрующего слоя путем создания той или иной степени вакуума. Образующая вакуумом разность давлений может меняться относительно лишь в незначительн. пределах, достигая в идеальном случае величины, равной давлению 1 *atm*. Вакуум-фильтры по своей конструкции и характеру работы делятся на работающие периодически и непрерывно действующие и е. Наибольшим распространением в технике пользуются В.-ф. второго рода, как обладающие большей производительностью,

но в нек-рых случаях приходится отдавать предпочтение периодически действующим. К последним вакуум-фильтрам из числа наиболее распространенных относятся фильтры Мура (Moog) и Беттерса (Butters). На фиг. 1 приведен общий вид фильтра Мура, состоящего из комплектов *a* фильтрующих рам *б*, подвешенных над баками *в* к мостовому крану, при помощи которого комплекты рам могут быть перемещаемы из одного бака в другой. Одной из существенных частей фильтра является фильтрующая рама, устройство которой в основных чертах следующее (фиг. 2). Холщевая или полотняная наволока *a*, служащая фильтрующей поверхностью, надевается на четырехугольную раму *б*, три стороны которой (две боковые и нижняя) собраны из свинченных под прямым углом металлических труб. Свободные концы труб заделаны в верхней деревянной стороне рамы *г* о., что один



Фиг. 1.

конец свинченных труб закрыт наглухо, а другой выступает из деревянной части рамы наружу. На деревянной части рамы наглухо закрепляются и открытые концы холщевой наволоки. Труба, образующая нижний край рамы, имеет по верху отверстия, через к-рые из наволоки отсасывается воздух, если выступающий наружу конец трубы через коллектор *г* присоединен к вакууму. Чтобы избежать происходящего при этом сближения

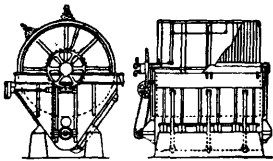


Фиг. 2.

фильтрующих поверхностей наволоки, внутри ее расположен ряд параллельных планок или металлич. труб *в*, к-рые одними своими концами закреплены в деревянной части рамы, а другими упираются в нижнюю трубу. Комплект таких фильтрующих рам опускают в бак с подлежащей фильтрации мутью. В.-ф. Беттерса отличаются от фильтров Мура числом баков: у первого один бак, а у второго их четыре. Баки вакуум-фильтров Мура наполнены: первый—фильтруемой мутью, второй—слабым раствором мути, третий—водою; четвертый бак пустой. Сначала фильтрующие рамы опускают в первый бак;

после того как на фильтрующих поверхностях навалок образуется нужной толщины слой твердого осадка (обычно до 25—50 мм), рамы переносят во второй бак для промывки осадка слабым раствором, а затем в третий бак для окончательной промывки его водой. После этого рамы помещают в четвертый бак и присоединяют к компрессору, благодаря чему внутри рам создается повышенное давление воздуха, который, прорываясь через фильтрующую ткань наружу, сбрасывает осадок в бак. В вакуум-фильтрах Беттерса рамы в течение всего цикла операций остаются неподвижными, а циркулируют растворы. Сначала бак, где находятся рамы, заполняется фильтруемой мутью, которая после образования на фильтрующих поверхностях слоя осадка необходимой толщины спускается, и бак наполняется слабым раствором для предварительной промывки осадка, затем — водой для окончательной его промывки, и, наконец, рамы присоединяются к компрессору для удаления осадка из бака, а бак снова наполняется фильтруемой мутью. Размеры рам варьируют в следующих пределах: 0,61 × 0,92 м до 2,44 × 3,05 м. Число отдельных рам, помещаемых в бак, достигает 120. Фильтры Беттерса обходятся дешевле, стоимость работы с ними почти та же, что и с фильтрами Мура. Неудобства в эксплуатации первых заключаются в необходимости иметь большое количество насосов для перекачивания растворов и сложную сеть трубопроводов с большим числом вентилях, благодаря чему нередки случаи потери ценных растворов. Производительность фильтров Мура в зависимости от свойств твердой составляющей мути варьирует в широких пределах: в сутки на 1 м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности получают от 140 до 470 кг (в лучших случаях до 750 кг) осадка. Преимущество периодически действующих вакуум-фильтров перед непрерывно действующими заключается в лучшей промывке осадка (в особенности илистого), в более чистых фильтрах и в более продолжительной службе фильтрующей ткани.

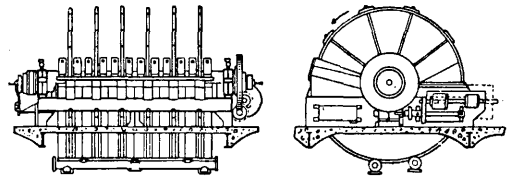
К числу непрерывно действующих В.-ф. относятся фильтры Оливера (Oliver), Портленда (Portland) и американские. Наиболее распространенными являются фильтры Оливера. Принцип действия этих фильтров один и тот же. В фильтрах



Фиг. 3.

Оливера (фиг. 3) и Портленда фильтрующей поверхностью является вращающийся цилиндр, а в американском (фиг. 4) — диски. Нижние части фильтрующих поверхностей погружены в бак с мутью. Под большей частью фильтрующих поверхностей создается вакуум, благодаря которому проходящая через бак часть фильтрующей поверхности осаждаст на себе нужное количество твердой составляющей мути, пропуская через себя соответствующее количество фильтра. По выходе из бака на некоторых определенных участках пути движущейся филь-

трующей поверхности происходят: просасывание воздуха через слой осадка для лучшего удаления маточного раствора, затем промывка осадка сначала слабым раствором и потом водой. На всех упомянутых, находящихся как внутри, так и вне бака, участках пути под фильтрующей поверхностью поддерживается вакуум. На некотором расстоянии пути, до момента опускания фильтрующей поверхности в бак, вакуум сменяется давлением, производимым сжатым воздухом, благодаря чему осадок на этом участке пути отстает от фильтрующей поверхности и легко снимается скребком. Для того, чтобы произвести указанные сложные операции, под фильтрующей поверхностью имеется целый ряд отдельных камер, соединенных при помощи трубок со специальным распределительным клапаном, назначение которого состоит в отсасывании и разделении различных растворов, а также в подаче сжатого воздуха



Фиг. 4.

на соответствующих участках пути фильтрующих поверхностей. Размеры непрерывно действующих В.-ф. варьируют в широких пределах; так, для фильтра Оливера диаметр цилиндра колеблется от 0,914 м до 4,267 м; длина — от 0,152 м до 7,315 м. В широких пределах колеблется и производительность: 1 м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности в сутки осаждаст от 730 до 4 900 кг, а в некоторых случаях до 7 300 кг. Высокие числа производительности характерны для мути с легко фильтруемой крупнозернистой твердой составляющей; для илистых мутей они ниже. Так, в случае фильтрации илов цианирования среднюю суточную производительность 1 м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности следует считать около 2 500 кг, а для флотационных концентратов ~ 3 000 кг. Производительность 1 м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности америк. В.-ф. в сутки (в кг) такова:

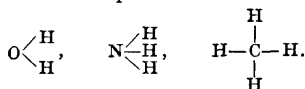
Свинцовые концентраты . . . . .	9 750—12 700
Цинковые . . . . .	1 230—19 500
Рудный ил . . . . .	970—3 900
Ил цианирования . . . . .	1 460—3 900
Медные флотацион. концентраты . . . . .	970—2 925
Угольная пыль и высевки . . . . .	4 870—14 600

Лит.: Richards R. H., Locke C. E., Bray J. L., Textbook of Ore Dressing, p. 334—342, N. Y., 1925; Liddell D. M., Handbook of Chemical Engineering, p. 290—297, New York, 1922; Liddell D. M., Handbook of Non-ferrous Metallurgy, p. 208—226, N. Y., 1926. Г. Уразов.

**ВАЛ ГРЕБНОЙ**, см. Гребной вал.

**ВАЛЕНТНОСТЬ**, число, указывающее, сколько атомов водорода может присоединить или заместить атом данного элемента. Учение о В. в более широком смысле, однако, рассматривает также и весь вопрос о природе химических сил. После того как Дальтон в 1802 г. ввел в химию учение об атомах, на химич. соединения стали смотреть, как на собрания множества химич. частиц

или молекул, из которых каждая построена из атомов. Применение закона Авогадро (см. *Газы совершенные*) вместе с химич. анализом позволило далее определить количество атомов каждого рода, входящих в состав молекулы. При этом было установлено характерное различие между атомами различных элементов. В то время как некоторые элементы, напр., Cl, Br, J, способны удерживать не больше одного атома водорода: Cl—H, Br—H, J—H, атом кислорода соединяется с двумя, атом азота—с тремя, атом углерода—с четырьмя атомами водорода:



Под *В.*, *значностью*, *атомностью* подразумевается число, показывающее, сколькими атомами водорода способен соединиться атом данного элемента, или сколько атомов водорода он способен заместить. Таким образом хлор одновалентен в HCl, кислород двухвалентен в H<sub>2</sub>O, азот трехвалентен в NH<sub>3</sub>, углерод четырехвалентен в CH<sub>4</sub>. Очевидно, что мерой *В.* могут служить не только водород, но и другие одновалентные атомы. Так, состав молекулы хлористого натрия NaCl приводит нас к заключению, что натрий одновалентен; из ф-л CaCl<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>, PCl<sub>5</sub> мы заключаем о двухвалентности кальция, о трехвалентности алюминия, о пятивалентности фосфора. К такому же результату мы придем, если в качестве меры возьмем атом кислорода с валентностью, равной 2. В этом случае придется исходить из состава окислов, например: Na<sub>2</sub>O, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Наконец, к тем же числам приводит и рассмотрение процессов замещения. Так, *В.* натрия, кальция, алюминия м. б. выведены из того факта, что атом Na замещает в кислотах один атом водорода, Ca—два и Al—три атома водорода.

Если некоторые исследователи (например Кольбе) придавали этим числам лишь описательное значение, то впоследствии, следуя Кекуле, в них уже стали непосредственно усматривать число отдельных сил или единиц *сродства*; действующих от атома к атому и взаимно насыщающих друг друга. Число это для каждого данного элемента принималось постоянным. «*В.* есть одно из основных свойств атома, столь же постоянное и неизменное, как самый атомный вес» (Кекуле, 1861 г.). Допущение Кекуле, что атом углерода обладает 4 такими единицами *сродства* и последовательное применение вытекающих отсюда структурных ф-л привели к блестящему развитию органической химии. Свое завершение теория Кекуле получила в стереохимии, разработавшей идею о пространственном расположении этих 4 единиц *сродства*. В области неорганической химии результаты были менее благоприятны: представление о постоянной валентности оказалось здесь несостоятельным. Большое количество фактов говорило за то, что *В.* одного и того же элемента может принимать различные числовые значения. Так, хлор одновалентен в HCl и семивалентен в Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, фосфор трехвалентен в PCl<sub>3</sub> и пятивалентен в PCl<sub>5</sub>,

сера двухвалентна в H<sub>2</sub>S, четырехвалентна в SO<sub>2</sub> и шестивалентна в SF<sub>6</sub>, в SO<sub>3</sub> и в H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Все же была найдена общая основа для всей неорганич. и органич. химии, к-рая и составляет содержание старой теории валентности. Носителем всех свойств индивидуального химическ. соединения является молекула, образующая замкнутую в себе систему. Атомы удерживаются в молекуле благодаря взаимному насыщению своих *В.* Химическая реакция сводится к сцеплению атомных *В.* с предварительным расторжением уже существовавших связей. Отсюда вытекает принципиальное отличие химическ. процессов от чисто физических, при которых молекулы остаются неизменными. Химич. молекулы отождествляются с кинетическими (см. *Газы совершенные*), что еще более укрепляет тот взгляд, что молекула, как замкнутая единица определенного состава, существует также и в других агрегатных состояниях, при всяких иных условиях. Энергетические явления при химической реакции приписываются энергии взаимного насыщения валентностей. Количественно энергия эта сильно меняется в зависимости от свойств участвующего в реакции элемента; в случае натрия и хлора, например, взаимное насыщение одной единицы валентности сопровождается большим выделением энергии, чем в случае иода и хлора. Качественно существует, однако, лишь один вид *сродства* (унитарная теория), действующего непосредственно от одного атома к другому в виде отдельных направленных сил. После крушения электрической теории *сродства*, предложенной Берцелиусом в 1819 г., вопрос о природе химической силы оставался открытым. Известно о ней только то, что она действует лишь на малых расстояниях. Таковы основы старой теории *В.*, господствовавшей во второй половине прошлого века. Недооценка таких явлений, как электролиз и игнорирование электрической полярности между элементами при образовании соединений, объясняется главным образом преобладающим влиянием органической химии, в которой указанные явления играли второстепенную роль.

За последние десятилетия накопилось все больше и больше фактов, противоречащих старой теории. Если это противоречие менее сказывалось в области органической химии, на почве которой и выросла старая теория, то в неорганической химии оно привело к принципиально новым взглядам, легшим в основу новейших представлений о природе *В.*, принятых современной физикой и химией. Для ясности попытаемся лишь схематично ответить на следующие три основных вопроса: почему представление об отдельных направленных силах не могло быть удержано? в чем сказалась несостоятельность унитарной теории, признающей лишь один вид *сродства*? в какой мере преувеличено было значение химической молекулы? Новые взгляды в неорганич. химии были следствием, в первую очередь, развития двух областей: учения об ионах и координационной теории. Электрохимия, рассматривавшаяся ранее как обособленная область, после установления Аррениусом в 1887 г.

теории электролитической диссоциации (см. *Диссоциация электролитическая*), становится в центре внимания. Успех этой теории, утверждающей, что при простом растворении в воде—процессе чисто физическом—такая молекула, как NaCl, перестает существовать, распадаясь на противоположно заряженные частицы натрия и хлора, не мог не оказать глубокого влияния на основные допущения старой теории В. Определения молекулярного веса показали, что в водных растворах электролитов кинетич. молекулы не соответствуют химическим, выражаемым обычными формулами. Из изучения электролиза вытекало далее, что при выделении элемента из раствора сильного электролита преодолевать приходится в сущности его средство к электричеству, а не средство атома к атому (потенциал, при котором, напр., медь выделяется из растворов медных солей, практически не зависит от характера аниона). Отсюда был сделан вывод о важном значении электрич. зарядов в таких гетерополярных соединениях, в противоположность гомеополярным, в которых влияние их сказывается менее. Критерием полярности служит, в первую очередь, наличие ионизации, хотя бы и минимальной. Заряды эти, по видимому, должны существовать и в недиссоциированном состоянии. Они не насыщают какие-либо В., а сами являются этими В. Поэтому, в согласии с законом Фарадея, В. соответствует количеству электрических зарядов отдельных ионов. Отсюда—принципиальное различие между положительной и отрицательной В. В NaCl натрий обладает положител. В., равной единице, хлор—отрицательной В., также равной единице; валентность же свободного атома натрия равна нулю. В противоположность взгляду Берцелиуса, атомы Na и Cl соединяются не под действием уже готовых электрических зарядов, а благодаря стремлению получить таковые (электросродство). Так. обр. связь заряженных атомов в молекуле—по существу электростатическ. характера. Под влиянием высокой диэлектрической постоянной воды связь эта настолько ослабляется, что заряженные частицы получают свободу движения (Нернст). Абегг мы обязаны также установлением важного соотношения между максимальной положительной (кислородной) В. и отрицательной (водородной) В., сумма которых равна 8.

Представление об электросродстве, высказанное Абеггом и Бодлендером, не привело, однако, к упразднению старой теории. Довольно долго обе точки зрения существуют одна наряду с другой; отсюда—ряд противоречий. Такой процесс, как вытеснение одного элемента другим, например действие хлора на иодистый водород, формулируется для растворов, по ионной теории, как явление, связанное с электросродством:

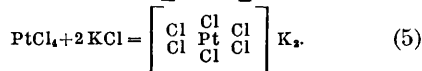
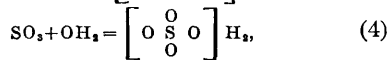
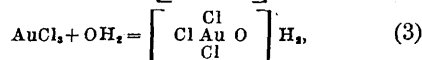
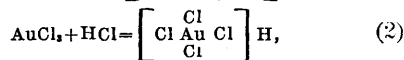
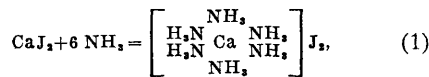


аналогичные реакции вне раствора рассматриваются в духе старой теории как перемещения связей в молекулах, как насыщение В.:



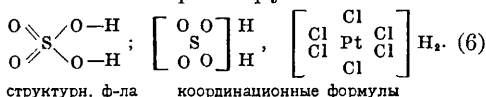
Однако ясно, что объяснение в обоих случаях должно быть единым. Во всех таких случаях первичный и существенный процесс должен состоять в перезарядке, а образование молекул в тех случаях, где они имеют значение, представляет собой вторичный процесс. Несмотря на наглядность таких представлений, первый сокрушительный натиск на старую теорию был направлен не отсюда, а со стороны чисто препаративной неорганической химии.

Реформа эта связана главн. обр. с именем Альфреда Вернера. Огромный экспериментальный материал, систематизированный Вернером и его школой, указывал на то, что способность атома проявлять сродство не исчерпывается его максимальной В. Напротив, как правило, соединения первого порядка (состоящие из двух элементов) способны еще соединиться между собой, образуя соединения высшего порядка. Приведем несколько примеров:



Способность эта является столь общей, а аналогия между высшими галоидными и высшими окисными соединениями—столь полной, что прежняя теория, которая не может дать единого толкования для образования хим. соединений, с точки зрения Вернера, должна быть признана принципиально ошибочной. Ошибку Вернер усматривал в догме об отдельных направленных силах. Взамен этого он выставил следующее положение (1891 г.): «сродство есть сила притяжения, действующая равномерно из центра атома по направлению ко всем частям его поверхности». Сфера действия атома—шар. Нет никаких предсуществующих отдельных единиц В.; способность же каждого атома удерживать около себя лишь строго определенное число атомов других элементов находится в зависимости от того обстоятельства, что, с одной стороны, силы притяжения между атомами (силы сродства) действуют заметно лишь на малых расстояниях и, с другой стороны—в непосредственной близости от данного атома (во внутренней сфере) может поместиться только ограниченное количество других атомов или групп. Таким образом, по Вернеру, В. тесно связана с заполнением пространства, точнее—с относительными размерами сферы влияния частиц, сочетающихся между собой. Только таким путем можно объяснить, что атомы в различных уже готовых соединениях находятся во взаимодействии между собой, образуя часто весьма прочные связи, принципиально ничем не отличающиеся от

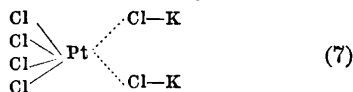
таковых в соединениях первого порядка. Вместо старого учения о В. Вернер дает координационную теорию, вместо прежних структурных ф-л—координационные ф-лы (1)—(5), в к-рых, как, например, для серной к-ты, 4 атома кислорода так же равномерно сгруппированы вокруг атома серы, как в платинохлористоводородной кислоте 6 атомов хлора вокруг атома платины:



структурн. ф-ла      координационные формулы

Количество атомов или групп, связанных с центральным атомом, или его координационное число, часто больше, чем его валентность в старом смысле; на этом и основана возможность образования соединений высшего порядка. Максимальное координационное число определяется для каждого атома из состава соответствующих его соединений, лучше всего — из аммиакатов (см. *Комплексные соединения*). Исследования показали, что оно не зависит от характера групп, связанных с центральным атомом, и в большинстве случаев равняется 6. Важнейшими исключениями являются углерод и азот с координационным числом 4.

Учение Вернера не касается одной важной проблемы, сущность которой лучше всего пояснить на след. произвольно выбранном примере. Если в хлороплатинате калия все 6 атомов одинаково связаны с атомом Pt [формула (5)], то почему не существует хлорида платины сост.  $\text{PtCl}_6$ ? Действительно, высший хлорид платины, производным которого является хлороплатинат, будет  $\text{PtCl}_4$ . То же самое относится и ко всем другим комплексам. Спрашивается, почему платина в комплексе все же шестивалентна. Вернер пытается обойти эту трудность, различая главные и побочные В. Так, в соединении первого порядка 4 Cl связаны главными В. с Pt. При присоединении же хлористого калия дальнейшие 2 Cl связываются побочными валентностями:



Вернер сам, однако, подчеркивает, что после того как побочные В. привели уже к связи между соединяющимися атомами, различие между побочными и главными В. исчезает, и средство равномерно распределяется между всеми атомами или группами. Такое различие между главной и побочной В., по которому последняя либо не действует, т. е. не существует, либо действует, а тогда ни в чем не отличается от главной В., нельзя признать удовлетворительным. Как мы увидим ниже, новейшая теория весьма наглядно объясняет и это явление. Громадное значение исследований Вернера заключается в том, что они подготовили почву, на к-рой выросла современная теория, основанная на теории строения атома, предложенной Бором и Рёзерфордом (Rutherford).

Проблема внутреннего строения химич. соединений сводится, в первую очередь, к тесно связанным между собой вопросам о

природе химических сил и о сущности числовых значений валентности. Совершенно очевидно, что рациональная теория сродства немислима без определенного представления о строении носителя этих свойств — атома. После того как Гельмгольц в 1881 г. пришел к выводу об атомистичности электричества, исследования катодных и каналовых лучей, а также и оптических свойств различных веществ показали, что элементарные частицы электричества — электроны — входят в состав атомов материи. Вскоре возникло предположение о тесной зависимости между числовым значением В. и соответствующим числом слабо связанных электронов. К такому взгляду пришел Друде на основании исследования дисперсии и Дж. Дж. Томсон. Названные физики, независимо друг от друга, уже в 1904 г. высказали взгляд, согласно которому при образовании бинарного соединения из элементов (например  $\text{NaCl}$ ) один вид атомов отдает электроны (валентные электроны), а другой присоединяет их. Дж. Дж. Томсон, кроме того, указал на то, что образовавшиеся при этом ионы должны обладать особенно устойчивым расположением электронов. Построение Рёзерфордом и Бором новой модели атома (в 1913 г.) позволило затем (в 1916 г.) Льюису и, в особенности, Косселю сделать дальнейший важный шаг по пути к выяснению природы сродства и валентности. Основываясь на взглядах Томсона и Друде и на модели атома Бора и опираясь на большой фактический материал, систематизированный Вернером и Абегом в периодической системе, Коссель с помощью законов электростатики воскресил дуалистические воззрения Берцелиуса и развил теорию полярных соединений, сумевшую дать единое объяснение множеству непонятных до тех пор фактов.

Коссель исходит из следующих представлений. Атом построен из положительно заряженного ядра и электронной оболочки; в поле атома поэтому не может быть места для иных сил, кроме электрических. Вопрос лишь в том, являются ли силы, действующие между составными частями атома, чисто электростатическими или играют роль также действия движущихся зарядов (электродинамическ. силы). Прежде всего Коссель останавливается на применимости закона Кулона для атомных измерений. Теория спектров Бора и опыты Рёзерфорда над рассеянием  $\alpha$ -лучей действительно указывают на процессы в атомах, при которых заряды притягиваются обратно пропорционально квадрату расстояния. Отсюда непосредственно вытекает важный вывод для понимания химических сил. Если при взаимодействии между частями атомов можно пользоваться обычными представлениями об электрическом силовом поле, то это означает, что каждый заряд действует на каждый другой заряд. Силы между ближайшими зарядами будут, правда, особенно велики, но всякий из них должен действовать также и на более отдаленные заряды. Иными словами, теория поля исключает существование отдельных направленных сил. Коссель ограничивается рассмотрением простейшего случая

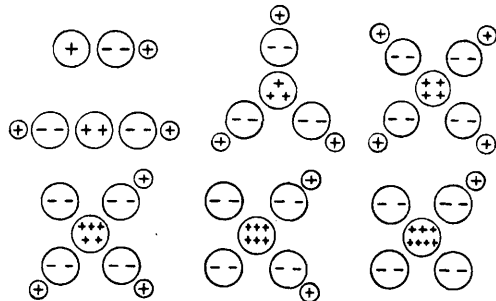


возникновения полярных молекул и различает две стадии: 1) образование ионов и 2) соединение готовых ионов. Первая стадия связывается с стремлением атомов получить устойчивую электронную оболочку ближайшего благородного газа (см. *Периодическая система*). Так, например, калий при взаимодействии с хлором теряет один электрон, а хлор приобретает его, в результате чего получаются ионы калия и хлора, обладающие оба таким же числом электронов, как и аргон. Во второй стадии речь идет о притяжении ионов, которые рассматриваются как заряженные шары, при чем заряд сосредоточен в центре шара. Слиянию зарядов препятствуют электронные оболочки, действующие отталкивающим образом, благодаря чему поверхность ионов непроницаема. Введением столь простых представлений и применением законов электростатики Косселю удается объяснить такие различные химические явления, как образование комплексных соединений, диссоциация, кислотный и щелочной характер соединений и пр. Если имеем два иона, то работа удаления их друг от друга в бесконечность определяется выражением:

$$A = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{e_1 \cdot e_2}{r_1 + r_2}, \quad (8)$$

где  $\epsilon$ —диэлектрич. постоянная среды,  $e_1$  и  $e_2$ —заряды ионов,  $r_1$  и  $r_2$ —радиусы ионов. При удалении иона из молекулы, состоящей из большего числа частиц, нужно принимать во внимание притяжение и отталкивание его от всех остающихся ионов, что ведет к сумме выражений, аналогичных формуле (8). Получаемый порядок величины для  $A$  действительно соответствует обычным теплотам реакции. Простой расчет, далее, показывает, почему, например, молекула  $\text{NaCl}$ , благодаря тепловому движению в водн. растворе, диссоциирует на ионы, а в газообразном состоянии—нет (влияние диэлектрической постоянной среды). Весьма наглядно объясняется образование комплексных соединений. Возьмем, например, раствор  $\text{PtCl}_4$ , который содержит ион  $\text{Pt}^{4+}$ . При прибавлении  $\text{KCl}$  образуется анион  $(\text{PtCl}_6)^{2-}$ . Благодаря своему высокому положительному заряду ион платины притягивает к себе еще два чужих иона хлора, при чем этот процесс протекает с выигрешем энергии. При разряде же иона  $(\text{PtCl}_6)^{2-}$  на аноде, два электрона отдаются, два атома хлора теряют заряды и отпадают от комплекса; на аноде выделяется хлор. С утратой заряда и с исчезают и связывающие силы. Косселю также впервые удалось связать кислотный и щелочной характер химических соединений со строением молекул. В ряде:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Si}(\text{OH})_4$ ,  $\text{PO}(\text{OH})_3$ ,  $\text{SO}_2(\text{OH})_2$ ,  $\text{ClO}_3(\text{OH})$  первый член—сильное основание, второй—слабое основание, третий—амфотерное соединение, а дальнейшие соединения представляют собой кислоты возрастающей силы (строение этих соединений показано на приложенной фиг.). Отщепление группы  $\text{OH}'$ , являющейся носителем щелочного характера, при движении слева направо происходит все труднее, благодаря тому, что возрастающий положительный заряд централь-

ного атома все сильнее и сильнее удерживает  $\text{O}''$ . Отщепление же иона  $\text{H}'$  по мере перехода слева направо в приведенном ряду все более и более облегчается вследствие возрастающего отталкивания со стороны положительного центрального атома. Приближенный расчет показывает, что для средних представителей ряда работы отщепления  $\text{OH}'$  и  $\text{H}'$ , примерно, равны. Здесь и наблюдается переход от щелочного характера химического соединения к кислотному. Простое объяснение получает и правило Абега



(см. выше). Число электронов, которое атом должен отдать, чтобы получить группировку электронов, подобную группировке благородного газа с меньшим атомным номером, определяет его положительную  $V$ ; число же электронов, к-рое он должен присоединить, чтобы получить электронную группировку благородного газа с большим атомным номером, определяет его отрицательную  $V$ . Так как в первых периодах разница между числом электронов в атомах двух следующих друг за другом благородных газов равна 8, то отсюда ясно, почему сумма положительной и отрицательной  $V$  во многих случаях равна 8. Приведенные немногие примеры достаточно ясно показывают плодотворность новой точки зрения. Преимущества такого воззрения, по сравнению с попыткой Берцелиуса рассматривать хим. силы как электростатическ., можно отметить в двух отношениях: 1) в описанной теории делается ограничение на случай строго полярных соединений, определяемых при помощи периодическ. системы; 2) в ней вводится понятие об объеме ионов, о котором во времена Берцелиуса, 100 лет тому назад, знали столь же мало, как о периодич. системе. Представление об ионах, как о заряженных твердых сферах, разумеется,—только предельный случай, который может служить исходной точкой для грубого приближения; из статей Косселя, однако, явствует, что он отдал себе отчет в этом обстоятельстве.

Дальнейшим количественным развитием воззрений Косселя мы обязаны Борну. После открытия Лауе и работ обоих Бреггов Дебай и Шерер на примере фтористого лития ( $\text{LiF}$ ) показали, что кристаллы щелочно-галлоидных солей построены из ионов, обладают ионной решеткой (см. *Кристаллы*). Прочность таких кристаллов обуславливается теми же силами, что и прочность молекул. Исходя из этого, Борн не только вычисляет ряд оптич. и механических свойств кристаллов, но и дает количественную теорию полярных соединений. В этой

теории, поставившей себе целью вычислить энергию образования солей из атомных констант элементов, большую роль играет новая термохимич. величина, введенная Борном,—энергия решетки  $U$ . Энергия эта равна работе, необходимой для разрушения кристаллическ. решетки на бесконечно удаленные друг от друга ионы. Равновесие ионов в кристалле достигается взаимодействием, с одной стороны, сил электростатич. притяжения между противоположными зарядами и, с другой стороны, расталкивающей силой между электронными оболочками ионов. Рассматривая в первом приближении расталкивающую силу как центральную, убывающую по мере увеличения показателя степени расстояния  $r$ , Борн и Ланде выражают силу между двумя ионами  $K$  ур-ием:

$$K = \frac{a}{r^2} - \frac{b}{r^{n+1}}, \quad (9)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $n$  — константы ( $n > 1$ ). Для кристаллов Борн и Ланде находят:

$$U = \frac{N \cdot e_1 \cdot e_2 \cdot \alpha}{8r} \left(1 - \frac{1}{n}\right), \quad (10)$$

где  $N$  — число Авогадро,  $e_1$  и  $e_2$  — заряды ионов,  $\alpha$  — потенциал Маделунга, зависящий от типа решетки,  $r$  — расстояние между ионами противоположного знака в решетке. Константа  $U$  вычисляется из сжимаемости и плотности кристалла. Чем меньше сжимаемость, тем, очевидно, больше  $n$ . Для ряда щелочно-галлоидных солей упомянутые авторы находят  $n \approx 9$ . Так. обр. второй член уравнения (10), соответствующий энергии расталкивающих сил (точно вычислить его пока невозможно), относительно невелик, и энергия решетки составляет примерно  $\frac{8}{9}$  от электростатической энергии. Поэтому числа, полученные Борном и Ланде, д. б. близки к истине. Если подставить числовые значения:  $N = 6,06 \cdot 10^{23}$ ,  $\alpha = 13,94$ ,  $e = 4,774 \cdot 10^{-10}$ ,  $n = 9$ , переписать на калории и выразить  $r$  через  $V$  ( $r = 0,938 \sqrt[3]{V} \cdot 10^{-8}$ ), где  $V$  — молекулярный объем, равный  $\frac{\text{молек. вес}}{\text{плотность}} = \frac{M}{d}$ , то получается ф-ла Борна, действительная для кристаллов типа NaCl:

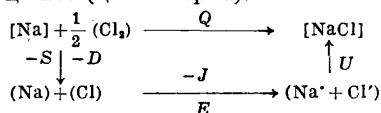
$$U = 545 \sqrt[3]{\frac{d}{M}} \text{ Cal.} \quad (11)$$

В таблице приведены вычисленные таким путем значения энергии решетки для щелочно-галлоидных солей.

Энергия решетки в Cal.

Соль	$U$	Соль	$U$	Соль	$U$
NaCl	183	KCl	164	RbCl	156
NaBr	172	KBr	156	RbBr	149
NaJ	158	KJ	145	RbJ	140

Для экспериментальной проверки своей теории Борн представил круговой процесс в виде цикла (цикл Борна):



В цикле Борна образование соли из элементов мыслится двумя способами: 1) не-

посредственным соединением, при чем выделяется теплота  $Q$  и 2) обходным путем, при котором образование, например, твердого хлористого натра [NaCl] из металлического натрия [Na] и газообразн. хлора ( $\text{Cl}_2$ ) распадается на следующие стадии: 1) [Na] сублимируется, при чем затрачивается теплота сублимации  $-S$ ; 2) от газообразных атомов натрия (Na) отрывается по одному электрону, на что расходуется энергия ионизации  $-J$ ; 3) сообщая молекулам хлора энергию диссоциации  $D$ , их диссоциируют на атомы, которые присоединяют по одному электрону, выделяя энергию  $E$  — сродство к электрону; 4) наконец, газообразные ионы ( $\text{Na}^+$ ) и ( $\text{Cl}^-$ ) образуют кристалл [NaCl], при чем выделяется энергия решетки  $U$ . Все значения относятся к 1 грамм-атому элементов или 1 грамм-молекуле соли. Для теплоты образования [NaCl] получаем:

$$Q_{\text{NaCl}} = -S_{\text{Na}} - J_{\text{Na}} + E_{\text{Cl}} - D_{\text{Cl}} + U_{\text{NaCl}} \quad (12)$$

$$98,6 = -26 - 117,5 + 89 - 27 + U_{\text{NaCl}}$$

Отсюда, в согласии с теорией:  $U_{\text{NaCl}} = 180 \text{ Cal}$ . Однако значения для средства галоидов к электрону, которыми мы располагаем в настоящее время, ненадежны. Более достоверные (но менее доказательные) результаты дает сравнение относительных значений энергии решетки. Для двух солей с одним и тем же анионом мы имеем, напр.:

$$\Delta U = U_{\text{NaCl}} - U_{\text{KCl}} = (Q_{\text{NaCl}} - Q_{\text{KCl}}) + (S_{\text{Na}} - S_{\text{K}}) + (J_{\text{Na}} - J_{\text{K}}).$$

Здесь справа — все величины, измеренные на опыте. Совпадение между теоретическими значениями и экспериментальными оказалось удовлетворительным.

На интересное применение теории Борна указали Гримм и Герцфельд. Основываясь на круговом процессе, они подошли к вопросу о валентности металлов и химич. инертности благородных газов. Авторы задалась вопросом, почему нет таких соединений, как  $\text{NeCl}$ ,  $\text{NaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_3$ ,  $\text{AlCl}_4$ . В соответствии с опытом вычисление показало, что теплоты образования подобных соединений, являющиеся приблизительной мерой средства, имеют сильно отрицательные значения. Поэтому такие соединения не могут существовать. Объясняется это тем, что движущие силы химической реакции — энергия решетки и средство к электрону (если оно положительное), — обуславливающие в круговом процессе положительный баланс энергии, в данном случае недостаточны для преодоления больших энергий, связанных с отрывом электрона от оболочки благородного газа. Из возможных соединений:  $\text{MgCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_3$  или  $\text{AlCl}$ ,  $\text{AlCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{AlCl}_4$  наиболее устойчивыми оказываются, в согласии с опытом,  $\text{MgCl}_2$  и  $\text{AlCl}_3$ .

В основе всех приведенных до сих пор воззрений лежит допущение, что в молекуле или в кристаллах ионы остаются неизменными. Однако уже Коссель указал, что электростатическое поле катиона должно производить на анион деформацию и в результате действие в том смысле, что катион перетягивает к себе электронную оболочку

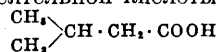
аниона. Различные степени этого смещения позволяют объяснить переходные формы между молекулами с идеальной ионной связью, с одной стороны, и неполярными соединениями, с другой стороны. Габер отметил важное следствие, вытекающее из способности ионов деформироваться; он показал, что энергия, освобождающаяся при соединении водородного иона с галоидным ионом в молекулу галоидоводорода, многим больше (приблизительно на 100 Cal), чем можно было бы ожидать, принимая недеформированные ионы. Габер толковал столь большой энергетический эффект в смысле смещения ядра галоидного иона по отношению к его оболочке, а Рейс на этом основании поставил особые свойства водородных соединений в связь с сильным деформирующим действием водородного иона. Независимо от этого Борн пришел к убеждению, что для объяснения физич. свойств (остаточные лучи, упругие и пьезоэлектрические константы) некоторых кристаллов нужно принять во внимание деформируемость ионов. Самое наглядное указание на взаимную деформацию ионов в солеобразных соединениях дано Мейзенгеймером (в 1921 г.), который объяснил цвет некоторых солей искажением (деформацией) ионов. Т. к. многие соли свинца и многие иодиды бесцветны, то свободные ионы свинца и иода нужно считать бесцветными. А из того, что иодистый свинец интенсивно желтого цвета, нужно заключить, что в этом соединении электронная оболочка (по крайней мере одного из ионов) испытала изменение под влиянием другого иона. Таких примеров можно привести множество. Указания на деформацию ионов можно найти у Лангмюра и Льюиса. Наконец Дебай сделал попытку свести ван-дер-ваальсовские силы к взаимной поляризации молекул, при чем электрич. моменту молекул приписывается поляризующее действие на соседние молекулы. В последнее время влияние деформации ионов и молекул на свойства химич. соединений (мерой к-рой может служить молярная рефракция) подвергнуто систематическому изучению. Фаянс сумел объяснить целый ряд свойств солеобразных соединений (окраска, растворимость, проводимость в твердом состоянии, фотоэлектрич. электропроводность) с точки зрения деформации электронных оболочек и установил между ними определенные зависимости. Борн и Гейзенберг подвергли затем (в 1924 году) проблему деформации ионов количественному изучению. Они вычислили для простейших молекул энергию  $V$ , освобождающуюся при соединении газообразных ионов в молекулы пара. При этом они применили те же принципы, которые Борн ввел для вычисления энергии решетки  $U$ , с тем различием, что в молекуле принимается во внимание односторонняя поляризация ионов, связанная с значительным энергетическим эффектом. Сравнение вычисленных значений с экспериментальными с помощью ур-ия  $V = U - S$  (где  $S$  — теплота сублимации соли) дало приблизительно совпадение.

Если в области полярных соединений результаты, достигнутые новой теорией,

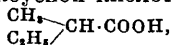
несомненно замечательны, то нельзя то же сказать о гомеополярных соединениях. Здесь теория находится еще в зачатке. Достаточно отметить, что строение простейшей молекулы, водорода, еще совершенно неизвестно, не говоря уже о более сложных, напр. органических, молекулах. Причина этого в том, что нам неизвестны квантовые законы системы, состоящей из ядра и хотя бы двух электронов, например атома гелия. Атомы же гомеополярных молекул, повидимому, тем и отличаются, что, в отличие от атомов полярных молекул, они имеют общие электроны. Под гомеополярными, или неполярными, веществами мы вообще подразумеваем такие, в которых нет указаний на существование противоположно заряженных атомов. Мы можем их подразделить на три большие группы, обладающие весьма различными свойствами. 1) Молекулы, построенные из атомов металлоидов. Сюда относятся, напр.,  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $F_2$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $JCl$ ,  $CH_3 \cdot CH_3$  и почти все органические соединения. Силы, обусловившие сплетение молекул и атомов, здесь различны между собой. Вещества эти относительно летучи; как правило, не проводят электрического тока и в твердом состоянии образуют молекулярные решетки. 2) Алмазоподобные вещества с тетраэдрической связью, напр.  $[C]$ ,  $[Si]$ ,  $[CSi]$ ,  $[Ge]$ ,  $[Sn]$  и некоторые соединения этих элементов с соседними в периодическ. системе элементами, например  $[BN]$ ,  $[AlN]$ . Вещества эти нелетучи и показывают атомную решетку. Часть их не проводит электрического тока. 3) Металлы и интерметаллич. соединения, наприм.  $[Na]$ ,  $[Cu]$ ,  $[Cu_2Mg]$ ,  $[NiCd_4]$ ,  $[FeZn_7]$  и различные сплавы. Здесь, повидимому, силы, обуславливающие сплетение молекул и атомов, одни и те же. Вещества эти обычно трудно летучи, образуют атомные решетки и хорошо проводят электрич. ток. О механизме гомеополярной связи мы практически ничего не знаем. Ни одна из предложенных теорий не дала сколько-нибудь удовлетворительных результатов. Новая волновая механика Шрёдингера (см. *Справочник физ., хим. и технол. величин, т. I*) обещает, повидимому, пролить свет на эту пока еще темную область.

Лит.: Сборник «Новые идеи в химии», 3, Валентность, СПб, 1913; Ко ндр а тьев В. Н., Семенов Н. Н., Харитон Ю. Б., Электронная химия, М.—Л., 1927; Werner A., Neuere Anschauungen auf d. Gebiete d. anorganischen Chemie, Braunschweig, 1923; Lewis G. N., Valence and the Structure of Atoms and Molecules, N. Y., 1923; Grim m H. G., Atombau u. Chemie (Atomchemie), Handbuch d. Physik, B. 24, Kap. VI, B., 1927. И. Назаровский.

**ВАЛЕРИАНОВАЯ КИСЛОТА** (Acidum valerianicum officinale, Baldriansäure), состава  $C_4H_8 \cdot COOH$ , встречается в природе в корне алтечной валерианы и в других растениях, а также в дельфиньем и тюленьем жире, частью в свободном состоянии, частью в виде солей и сложных эфиров. В. к. представляет собою жидкость с резким неприятным запахом. Природная кислота является смесью двух изомеров: изовалериановой оптически недеятельной кислоты

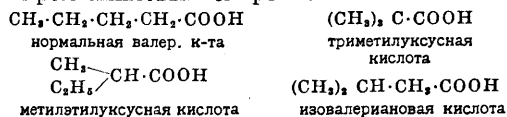


и метилэтилуксусной кислоты



вращающей плоскости поляризации вправо.

Валериановая кислота образуется при окислении многих жиров, яичного белка, а также при гниении альбуминов. Встречается в продуктах сухой перегонки дерева и бурых углей. В технике получается из валерианового корня (для чего последний обрабатывают водяным паром в присутствии фосфорной к-ты или хромовой смеси) или окислением амилowego алкоголя брожения двуххромовокислым калием в присутствии серной к-ты. В обоих случаях получается смесь обеих изомерных кислот. Присутствие оптически деятельной к-ты обнаруживается по вращению плоскости поляризации вправо. В. к., полученная окислением амилowego спирта брожения, содержит меньше правовращающей метилэтилуксусной кислоты, чем к-та из валерианового корня, т. к. при процессе окисления часть деятельной к-ты разрушается. По свойствам своим обе В. к.—как полученные из валерианового корня, так и из амилowego алкоголя—жидкости, бесцветные, маслянистые, кипящие в безводном состоянии при 175°; уд. вес их при 15° равен 0,938; они растворяются в 30 ч. воды, с образованием моногидрата, кипящего при 165°, смешиваются с эфиром, спиртом, хлороформом и аммиаком и затвердевают при -51°. Согласно теории строения могут существовать (и, действительно, экспериментально получены) четыре В. к. с общей формулой  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2$ , соответствующие четырем амилowym спиртам:



Нормальная В. к., отвечающая нормальному алкоголю, из к-рого она и получается путем окисления, представляет собой бесцветную жидкость;  $t_{\text{кип.}}$  ее 184—185°, уд. в. при 20°—0,9415; встречается в небольшом количестве в сырых продуктах сухой перегонки дерева, пахнет масляной кислотой, растворяется только в 27 объемах воды.

Метилэтилуксусная к-та—жидкость, кипящая при 173—175°; уд. в. ее при 17°—0,9405; в природе сопровождается изовалериановую к-ту; вращает плоскость поляризации вправо:  $[\alpha]_D = +17,85^\circ$ , но при ее искусственном получении (при действии водорода *in statu nascendi* на продукт соединения ангеликовой и метилкротоновой к-т с иодоводородом) образуются оба антипода, и поэтому кислота не обнаруживает активности. Соли ее, по свойствам, сходны с солями изовалериановой кислоты.

Триметилуксусная к-та—твердое тело, плавится при 35,5°, кристаллизуется в виде бесцветных листочков, кипит при 163,8°. Получена впервые Бутлеровым гидратированием соответствующего нитрила—третичного цианистого бутила  $\text{C}(\text{CH}_3)_3\text{CN}$ ; получена также окислением первичного амилowego спирта  $\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{OH}$ .

Наиболее употребительна в медицине и в технике и з о в а л е р и а н о в а я к - т а , о б -

наруженная впервые Шеврелом в тюленьем жире, где она находится в виде глицерида. В свободном состоянии в медицине она применяется сравнительно редко (при лечении истерии и эпилептических припадков), но гл. обр. служит исходным продуктом для получения целого ряда снотворных и обезболивающих средств, как, напр., валидол (метиловый эфир валериановой кислоты), б р о м у р а л (бромизовалерилмочевина) и др. В медицине применяются также и соли В. к.: цинковая, аммонийная. Сложные эфиры В. к., как, например, этиловый и амилвый, обладающие запахом фруктов (яблок), находят применение в производстве искусственных фруктовых вод.

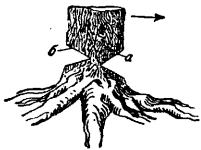
Лит.: Schmidt E., Ausführliches Lehrbuch d. pharmaz. Chemie, B. 2, 6 Aufl., Braunschweig, 1922—1923; Ullmann's Enzyklopädie d. techn. Chemie, B. 4, B.—Wien, 1918. А. Беренгейм.

**ВАЛЕРИАНОВОЕ ЭФИРНОЕ МАСЛО** получается из сушеных корней *Valeriana officinalis* L. с выходом 0,5—0,9%. Главные составные части В. э. м.: борниловый эфир изовалериановой кислоты  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2$ ,  $\text{H}_{17}$ , свободная изовалериановая к-та, камфен, к-ты жирного ряда и др. Русские сорта растения валерианы дают в среднем ок. 0,7% В. э. м. нормального состава. Значительная часть В. э. м., имеющегося в продаже, получается из японской валерианы *V. o. var. angustifolia*—«кессо». Японское В. э. м. (выход до 8% на сухой корень) близко по запаху и свойствам к обычному В. э. м., отличается только присутствием в нем кессилового спирта  $\text{C}_{14}\text{H}_{24}\text{O}_2$ . И настоящее В. э. м. и японское находят применение в медицине.

Лит.: см. Эфирные масла.

**ВАЛКА ДЕРЕВЬЕВ** производится или с оставлением на месте пня или вместе с пнем после подрубания главных корней. Наиболее распространенным и почти единственным способом в Союзе ССР, вследствие ряда причин, является первый, тогда как в Германии, Швейцарии и Франции часто встречается и валка деревьев с корнями.

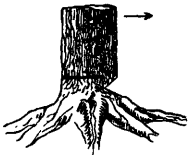
При В. д. с п н я употребляются лесорубочные топоры и ручные поперечные пилы. Когда валят дерево одним топором, то сначала подрубают его с той стороны, куда хотят повалить. Подруб этот а делается, как показано на фиг. 1, примерно до сердцевины, а затем рубят с противоположной стороны так, чтобы второй подруб б был несколько выше первого. Дерево падает, когда верхины подрубов почти сойдутся, и комель поваленного ствола имеет форму двускатной крыши с гребнем недорубленных и разорванных при падении волокон. Легче всего повалить дерево в ту сторону, в которую оно «висит», т. е. имеет естественный наклон, или с которой больше покрыто сучьями. Если нужно несколько изменить направление падения дерева, то с желат. стороны оставляют часть волокон недорубленными, и такой тяж, разрываясь уже во время падения дерева, оттягивает дерево в нужн. сторону. При необходимости более значит. изменения естественного направления падения ствола особые



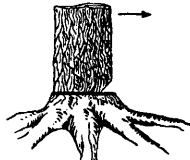
Фиг. 1.

рабочие, упираясь вагами в ствол на 2—3 м выше производящегося подруба, стараются нажимом направить дерево, куда надо. Деревья тонкие (до 8 см у пня) срубаются без предварительного подруба, при чем лесоруб, работая топором в правой руке, левой рукой нажимает на ствол и таким образом валит дерево. Толстые деревья (свыше 0,5 м у пня) подрубают с четырех сторон с наклонном зарубов внутрь, и тогда пень получает в середине углубление, а комель ствола имеет четыре ската. Такая валка носит название *руб к о т л о м*. При валке деревьев одним топором в отходах теряется, примерно, 5% массы комлевого 6,5-метрового бревна, и затрата труда для среднего и толстого леса в 2—3 раза выше, чем при валке топором и пилой. Вследствие такой неэкономичности валка одним топором сохранилась только в самых глухих районах Союза ССР, где пилы мало распространены. Этот способ сохраняет свое значение только для мелкого леса—при заготовке жердей, кольев и тонких дров, носящих характерное название *т о п о р н и к а*.

Гораздо более экономичен и наиболее в настоящее время распространен способ валки топором и пилой вместе. Топором сначала подрубают дерево со стороны падения на глубину до  $\frac{1}{4}$  диаметра пня, а затем с противоположной стороны рабочие делают пропил двуручной пилой, направляя ее горизонтально или с легким наклоном к подрубу с расчетом вывести пропил несколько выше вершины подруба (фиг. 2). Дерево валится, когда пропил приблизится к подрубу, и комель ствола получается почти правильно оторцованным, не требующим какой-либо дополнительной обработки при дальнейшей заготовке деловых сортиментов. На разработке необходимо наблюдать, чтобы



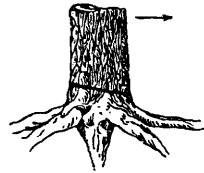
Фиг. 2.



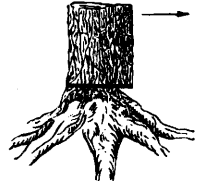
Фиг. 3.

нижняя сторона подруба не была горизонтальной (фиг. 3) и чтобы комлевая часть ствола не была сильно стесана. Если при этом, как часто бывает, направляют пилу на вершину подруба, чтобы все-таки не получилось высокого пня, то комель нижнего бревна выходит неправильной формы, и приходится дополнительно обрезать его или оторцовывать получающиеся при распиловке такого бревна доски. Валка деревьев топором и пилой при правильной работе вызывает ничтожные потери на щепу и опилки (менее 1% от массы первого 6,5-метрового бревна) и дает возможность не оставлять пней выше 18—20 см для средних и 25 см для толстых стволов. Затрата времени, при толщине дерева на высоте груди в 20—25 см, на осмотр, определение направления падения и подрубку занимает у двух хороших рабочих около 2 минут и самое пиление ок. 3 м., если работа происходит в чистом лесу в хорошую погоду осенью или зимой при мелком снеге.

При В. д. одной пилой ее направляют несколько наклонно вниз со стороны, противоположной падению, и пилят до конца (фиг. 4). В момент начала падения дерево при этом способе опирается на пень ничтожной площадкой и часто свертывается с пня, изменяя намеченное направление падения и производя иногда ряд повреждений. Из-за отсутствия подруба пилу при валке даже средних деревьев обычно зажимает в пропилах, и таковой приходится сильно расклинивать, вгоняя по несколько деревянных клиньев, что сильно задерживает работу. Часто дерево падает раньше, чем пропил прошел до конца, расщепляется, и на пне остается торчащий сверху недопиленный кусок ствола, нижнее же бревно является



Фиг. 4.



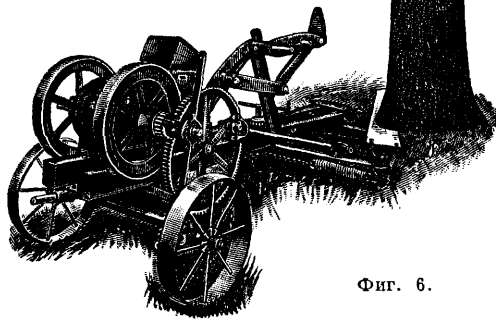
Фиг. 5.

испорченным отщепом иногда на длину до 2 м. Все эти недостатки заставляют отказаться от такого способа валки, хотя за границей он практикуется квалифицированными лесорубами и дает при удачной работе хорошие результаты в смысле наиболее полной утилизации древесины, так как позволяет оставлять самые низкие пни и иметь сразу хорошо оторцованный комель нижнего бревна. Для наших условий с рабочими средней квалификации может быть рекомендован измененный способ валки одной пилой с предварительным подпилком, как указано на фиг. 5. Подпил делается со стороны падения, как и подруб топором, но подпилу можно легко придать форму, показанную на фигуре, с горизонтальной верхней стороной и наклонной нижней стороной, так как просунуть сравнительно узкое полотно пилы можно и при низком пне очень близко к земле, а придать такую форму подрубу нельзя из-за невозможности размаха топором для нижней стороны. Этот способ В. д. позволяет иметь правильную срез комлевого ствола и оставлять низкий пень почти такой же величины, как и при В. д. пилой без подпила, а также сохраняет и увеличивает все удобства и быстроту работы при В. д. топором и пилой совместно. Потеря древесины приходится только на массу пня. В нашей стране при В. д. пользуются исключительно парными ручными пилами, но за границей употребляются и одноручные пилы. Приемы работы остаются те же, однако работать одноручной пилой гораздо труднее, так как вследствие необходимости придать известную жесткость полотну пилы приходится увеличивать толщину пилы вдвое, что значительно отражается на работе. В Финляндии довольно удачно приспособили обычную двуручную пилу к одиночной работе, вставив для этого в ручки пилы пружинящую изогнутую полувазом палку, которая и натягивает вместо второго рабочего полотно пилы.

При валке делового леса приходится тщательно наблюдать, чтобы дерево, во избежание поломки, при падении не попало на камень, на другой пенек, на поваленное другое дерево или вообще на какое-либо возвышение. Особенно часто происходит полом, если возвышение приходится против верхней половины ствола, хотя сучья частично могут ослабить удар. Во всяком случае при повалке высоких и особенно ценных стволов, если нет глубокого снега, часто настигают в направлении падения особую постель из сучьев, чтобы предохранить дерево от разлома при ударе о землю. При В. д. на склонах стараются направить дерево в верхнюю половину ската, так как тогда, при малой дуге падения, дерево не успевает развить большой живой силы. Нельзя допускать падения дерева через овраг, так как тогда полом почти неминуем. При ветре подпиливаемое дерево может упасть в самом неожиданном и нежелательном направлении, а кроме того часто получается отщеп недопиленной части и порча комлевого бревна. Для устранения последнего обвязывают ствол над пропилом цепью или канатом и туго натягивают их забиванием клиньев, а чаще, помимо подруба, запиливают ствол еще и с боковых сторон так, чтобы прорезать заболонь, и тогда, даже при преждевременном падении дерева, ствол не расщепляется, так как наружный пропиленный уже цилиндр древесины плотно стягивает центральную часть. Для того чтобы дерево при повалке не повредило соседние деревья и подрост, стараются валить дерево, при сплошной рубке, в свободную от леса сторону или, при выборочной и постепенной рубке, в просвет между деревьями и группами подроста с тем, чтобы повреждения получились наименьшими. Если подрост достиг значительной величины и распределен равномерно, для избежания порчи его рекомендуется на стоящем дереве с большой кроной обрубить предварительно крупные сучья. За границей такой способ валки деревьев в последней стадии постепенных рубок признан обязательным. Если ствол при неправильном падении застревает в кроне другого стоящего на корню дерева, то спиливают и другое дерево, что нужно делать очень осторожно, так как первое дерево при падении может упасть на лесорубов. Если же второе дерево не предназначено к валке, то приходится комель застрявшего ствола вагами относить в сторону, чтобы вершина соскользнула вбок, или же, если ствол дровяного качества, отпиливать от комля отдельные отрубки, пока укоротившееся дерево не освободится. При разработке участков леса стремятся выбрать сначала мелкие деловые стволы, чтобы они не поломались при падении крупных деревьев. Крупные деловые и дровяные деревья валят или совместно отдельными рядами или же, при недостаточном количестве разметчиков-десятников и при малоопытных рабочих, сначала сваливают отмеченные заранее деловые стволы и только после разработки их валят дровяные стволы, разрабатывая их в дрова совместно с вершинами деловых деревьев. Лучшим вре-

менем для В. д. считаются осень (после опадения листьев) и зима. Ранней весной работа валки вообще не может идти продуктивно, т. к. очень тяжело работать при тающем снеге или в ледяной воде, а поздней весной и летом валят и разрабатывают только дровяные деревья и сухостой во избежание порчи деловой древесины из-за появления синевы и других грибных заболеваний, а также сильного растрескивания вырабатываемых деловых сортиментов. Зимняя рубка вполне удобна и в экономическом отношении, т. к. деревня имеет зимой наибольшее количество свободных рабочих рук и гужевой силы, а быстрая прокладка при выпадении снега лесовозных дорог позволяет вслед за валкой организовать и вывозку леса, что ускоряет оборачивание вложенного в лесозаготовки капитала. Практически главным сезоном валки леса является шестимесячный период с 1 октября по 1 апреля. В дубравах лесостепи В. д. начинается обычно во второй половине ноября.

Попытки замены ручного труда при В. д. машинным должны быть отмечены еще в середине прошлого 19 в., но все они успеха не имели, несмотря на большое разнообразие предложенных способов. Механич. паровая поперечная пила, непосредственно соединенная со штоком парового цилиндра, пар к которому подводился по гибкому шлангу от передвижного устанавливаемого в центре участка вертикального котла, стоила очень дорого и требовала большого расхода пара, сильно охлаждавшегося на длинном пути. Замена парового цилиндра электромотором и дополнительная установка при паровом котле пародинамо не удешевила установки. Опыты пережигания дерева накаленной электрич. током металлической проволокой показали, что ни один металл не выдерживал такой работы. Применение двигателей внутреннего сгорания дало впервые практич. результаты, и сконструированный станок «Арбор» с возвратным движением пильной пластины имел нек-рый успех при лесозаготовках. Большой вес (свыше 60 кг) и сложность прилаживания к стволу при валке являются главн. недостатками этого прибора. В Америке с

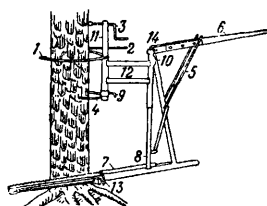


Фиг. 6.

успехом приспособили для В. д. тракторы спец. конструкции, снабженные для спиливания деревьев циркулярной пилой значительного размера, укрепленной на особом кронштейне на передке трактора. Пила, устанавливаемая под любым углом, приводится

в действие от мотора трактора при помощи специального передаточного механизма. Эти тракторы также служат для корчевания пней, для расчистки кустарниковых зарослей и для вывоза заготовленного материала из леса. В последних германских моделях механических пил для валки деревьев с бензиновым мотором Рапид и Ринко шарнирная цепь заменена подвижным сцеплением отдельных пильных зубьев, непрерывно движущихся вокруг двух зубчаток и дающих сравнительно тонкий пропи́л; преимущество станков: удобство работы, небольшая затрата топлива и относительно невысокий вес (25—35 кг). Интересен тип американской механической плоской пилы, изображенной на фиг. 6. Все механич. пилы могут работать как в горизонтальной плоскости—при валке, так и в вертикальной—при распиловке повален. ствола на сортименты.

Патентованный аппарат фирмы Fagersta Bruks Aktiebolag (Швеция) для валки деревьев изображен на фиг. 7. Винтами 3 и 9, стальными обхватами 1 и 4, укрепленными на основной раме 8, 11, 12, прикрепляют аппарат к стволу дерева. Ручка 6 служит для приведения аппарата в действие (качание); она прикреплена к основной раме шарниром 14 и при помощи стержня 5 м. б. установлена под любым углом. Механизм, приводящий в движение аппарат, так соединен плоской пружиной 7 с полотном пилы, что при работе зубья пилы проходят (скользят) беспрепятственно (в пункте 13). Приспособление 2 при обхвате 1



Фиг. 7.

В. д. вместе с пнем производится при обязательном условии предварительного подрубания крупных боковых корней и при частичном окапывании дерева, после чего дерево раскачивают вагами и стараются нажимом повалить в желаемом направлении; неподрубленные корни дерева создают задержку при падении, и при валке с корнями дерево никогда не имеет такого сильного удара, как при валке с пня. При менее глубоком окапывании часто применяют вместо ваги канат, прикрепляя его к стволу возможно выше и раскачивая дерево при гораздо большем рычаге. Чтобы не влезать на дерево с канатом, пользуются древовальным крюком. Раструб крюка надевают на длинную жердь и зацепляют зазубренным крюком за ствол, после чего жердь вынимают и раскачивают дерево канатом, привязанным к кольцу крюка. Легче всего происходит В. д. при горизонтальных корнях (ель) и гораздо труднее при сильно развитом главным вертикальным корне (дуб и сосна).

Затрата труда при В. д. с корнями в несколько раз превосходит затрату труда при валке с пня, вследствие чего деревья вальт

с корнями только в следующих случаях: 1) если необходима раскорчевка данного участка для сельскохозяйственного пользования; 2) при заготовках специальных сортиментов, когда требуется иметь ствол с боковыми корнями (еловые к о к о р ы для постройки речных судов); 3) при повалке ценных толстых деловых стволов, если опасаются, что при обычной валке с пня дерево может треснуть или поломаться; 4) в местностях с сильным недостатком древесины (пни пользуются хорошим спросом). Сезоном валки деревьев с корнями является осень, пока земля не замерзла или же промерзла еще неглубоко. Из ручных машин для В. д. с корнями распространены в южной Германии и в Швейцарии нассауский и швейцарский древовал. Нассауский древовал (фиг. 8) представляет комбинацию деревянной плиты, имеющей окованные железом зубчатые



Фиг. 8.

выступы и закрепляемой кольями близ сваливаемого дерева, с длинным деревянным рычагом; верхний конец его с насаженным металлическим острием упирается в дерево, а нижний плоский конец, окованный железом, передвигается по выступам плиты, для чего двое рабочих нажимают подсунутыми вагами на пропущенный через нижн. конец рычага железный стержень и, перемещая рычаг с выступа на выступ, надавливают на дерево, стремясь повалить его в противоположную сторону. Удобство и простота установки, а также повалка дерева в сторону от рабочих, составляют большие достоинства нассауского древовала, но, располагая сравнительно небольшой силой, он требует значительной подрубки и окапывания дерева. Швейцарский древовал (фиг. 9) представляет, наоборот, чрезвычайно сильный снаряд, но тянет сваливаемое дерево на рабочих. Главной частью древовала является 4-метровый толстый деревянный рычаг с окованным железными полосами концом. На окованном конце прикреплены три цепи: одна из них привязывается к крепкому пню, а две других с крюками, прикрепленные с противоположной стороны, служат для натягивания длинной цепи, привязанной к сваливаемому дереву примерно на половине его высоты. Иногда для облегчения цепь на большей части своей длины заменяется толстым канатом, и сохраняется только ее конец у рычага. При начале работы отдельный лесоруб вставляет крюк одной из двух коротких цепей в ближайшее

звено длинной цепи. Другие рабочие берутся за свободный конец рычага и, переминая его в разные стороны, последовательно натягивают и ослабляют короткие цепи, что и позволяет закладывать крючья в болеедалекие звенья длинной цепи и на-



Фиг. 9.

тяжением ее валить дерево. В момент повалки рабочие должны разбегаться в стороны, чтобы не попасть под падающее дерево.

Лит.: Арнольд Ф. К., Русский лес, т. 2, ч. II, стр. 115—132, СПб, 1899; Вережа П., Энциклопедия русского лесного хозяйства, т. 1, СПб, 1903; Филиппов Н. А., Лекции по лесной технологии, стр. 1—26, СПб, 1910; Плотников С. Н., Разработки леса и лесные промыслы, стр. 43—47, М., 1924; Курдюмов В. Н., Дерево как строительный материал, стр. 101—105, Л., 1924; Романенко Н. Н., Лесозаготовки и сплавы древесины, стр. 26, Л., 1926; Записной И. И., Практика лесозаготовок и лесосплава, стр. 19—22, М., 1927; Иванов В. К., Хозяйств. лесоразработки, кн. 3, стр. 30—32, М., 1927; Вуант Р. С., Logging, p. 82—108, N. Y., 1923.

**Техника безопасности.** В. д. может сопровождаться тяжелыми несчастными случаями. Поэтому все работы должны производиться под руководством ответственного лица. Становища вальщиков и возчиков должны располагаться в безопасном месте. При наличии на делянке проезжей дороги она д. б. ограждена рогатками. На одной и той же части делянки не может одновременно производиться валка и вывозка. Последняя должна отстоять от места валки не менее как на 50 м. Отдельные группы рабочих д. б. распределены на делянке в безопасном расстоянии друг от друга. В. д. должна производиться в строгой последовательности. В первую очередь должны валиться подгнившие, подгоревшие и т. п. непroudно стоящие деревья. Валка не должна производиться при сильном переменном ветре. При падении одного дерева на другое следует принимать особые меры предосторожности. У сваленного дерева сучья должны обрубаться вплотную к стволу острием топора, без действия обухом. Правила о мерах безопасности на лесозаготовительных работах изданы НКТ СССР 21 февраля 1928 года («Известия НКТ СССР», 1928 год, №№ 9—10).

**ВАЛКА СУКНА**, см. Суконное производство.

**ВАЛКОСТЬ**, способность судна легко склоняться на правый или левый борт под влиянием внешних сил: ветра, волны, слишком крутого поворота или перемещения по-

движного груза на самом судне. Причиной В. является недостаточная начальная остойчивость судна, вызванная слишком высоким положением его ц. т. сравнительно с нормальным для его обводов (см. *Остойчивость*). При некоторых условиях (высокий прочный надводный борт, неподвижность основного груза на судне и т. д.) валкость судна не представляет угрожающей для него опасности, т. к. крен доходит лишь до известного предела, не лишаящего судно мореходности. Для уничтожения В. необходимо или понизить ц. т. судна путем перераспределения груза и приемкой в нижние части баласта, или озаботиться увеличением его остойчивости путем уширения корпуса при ватерлинии помощью специальных наделок в средней части бортов.

Лит.: см. *Остойчивость судов*.

**ВАЛОНЕЯ**, в а л о н е я, чашечка жолудя некоторых дубов средиземноморского побережья (*Quercus aegilops*, *Q. valonea*, *Q. lusitanica* и др.). Жолудь вызревает в течение двух лет. Валоня от молодого жолудя, не превышающего размером обыкновенный орех, содержит наибольшее количество таннидов. Из торговых сортов высшее содержание таннидов имеет смирская валоня. Греческая, албанская, левантская и другие—содержат значительно меньше таннидов. Для смирской В. среднее содержание таннидов от 20 до 40%; для чешуек чашечки (трилло)—40%. Твердый экстракт из В., продающийся под именем в а л е к с, содержит 64—65% таннидов. Валоня и ее экстракт применяются для дубления подошвы.

**ВАЛУНЫ**, обломки различных горных пород, б. или м. закругленные, величиною от куриного яйца и до громадных размеров в сотни м<sup>3</sup>. В. обязаны своим происхождением действию выветривания, разрушающей горные породы, а также выпахивающей деятельности ледников. В последнем случае В. называются эрратическими.

**ВАЛЫ**, стержни для передачи механич. работы, являющиеся деталью двигателей, насосов, компрессоров и пр. (см. *Коренные валы*, *Коленчатые валы* и *Гибкие валы*) или служащие для распределения энергии в мастерских (приводные В.). При работе В. подвергаются кручению и этим отличаются от осей, которые имеют назначение поддерживать вращающиеся детали и испытывают действие изгибающих моментов.

**П р и в о д н ы е ( т р а н с м и с с и о н н ы е )** В. разделяются по условиям своей работы на тяжелые, или сильно нагруженные, и легкие. Первые употребляются для главных передач и, под влиянием веса сидящих на них тяжелых шкивов, муфт и пр., а также натяжения ремней, подвергаются не только скручиванию, но и изгибу. При значительных диаметрах ( $d > 200$  мм) их вытачивают из кованных болванок литого железа или стали, при чем для уменьшения веса им придают ф а с о н н у ю форму. Легкие приводные валы изготавливаются из круглого литого железа или стали; после предварительной правки их облачивают на токарном станке и затем шлифуют. В массовом производстве приводных валов первоначальная обработка их производится на

П. Сивков.



специальном станке с вращающейся фрезерной пустотелой головкой с несколькими резаками, после чего они поступают на станок с двумя рядами стальных закаленных валков, к-рые придают их поверхности вполне гладкий и ровный вид; в заключение валы правят на специальном прессе. Употребляются также валы холодной прокатки, но лишь для второстепенных передач, т. к. они имеют нек-рые отклонения в размерах диам. и, при выборе в них шпоночных канавок, обнаруживают склонность коробиться вследствие поверхностных натяжений. Легкие приводные валы делают гладкими, без ослабляющих их шеек, однако, в случае соединения двух В. различных диам., рационально конец В. большего диам. обточить до диам. меньшего, чтобы возможно было поставить нормальную муфту. Для уменьшения разнообразия в размерах подшипников, муфт и пр. в настоящее время переходят на В. нормированных диам.; по герм. нормам (DIN) в пределах диам. 25—500 мм, установлены следующие: 25-30-35-40-45-50-55-60-70-80-90-100-110-125-140-160 и далее с интервалом по 20 мм [1]. Длина приводных В. не должна превосходить 7 м; во избежание искривления при транспортировании и монтаже специальными заводами приняты длины В.: при диам. до 45 мм  $l=5$  м, при диам. до 55 мм  $l=6$  м, при диам. сверх 60 мм  $l=6,95$  м. Во избежание осевого перемещения на валах закрепляются установительные кольца, предпочтительно по обе стороны одного из средних подшипников, чтобы В. мог легко изменяться по длине при значительных температурных колебаниях. При больших осевых усилиях от конич. колес, фрикционных муфт и пр. на В. насаживают обычные или двойные пояски в горячем состоянии. Число оборотов В.  $n$  желательно брать возможно высоким, но оно д. б. согласовано с характером машин, работающих от данного В.; для тяжелых металлообрабатывающих станков  $n=120-150$ , для легких  $n=150-250$ ; в мастерских для обработки дерева  $n=200-300$ , а для прядильных и ткацких станков  $n=300-400$ . Вес гладких В. при диаметре в  $d$  см составляет  $0,613d^2$  кг/н.м.; нормальные цены (за н. м или 1 кг) устанавливаются для В. длиной от 2 до 7 м; при меньшей или большей длине цена увеличивается на 5—10%.

Расчет приводных валов тяжелого типа производится на изгиб и кручение по заданному расположению нагрузок и опор, а легких В. — на одно кручение по моменту:

$$M_d = 71620 \frac{N}{n} = \frac{\pi}{16} d^3 k_d \cong \frac{d^3}{5} \cdot k_d \text{ кгсм},$$

где  $k_d$  — допускаемое напряжение на скручивание; для валов из литого железа и при  $k_d = 208$  кг/см<sup>2</sup> пользуются формулой:

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} = \sqrt[3]{0,024 M_d}.$$

При работе В. с ударами напряжение  $k_d$  следует понижать до 120—150 кг/см<sup>2</sup>, а для толстых и равномерно нагруженных валов его нужно повышать до 300—400 кг/см<sup>2</sup> [2]; при  $k_d = 130$  кг/см<sup>2</sup> формула получает вид:

$$d = 14 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}.$$

Быстроходные и слабонагру-

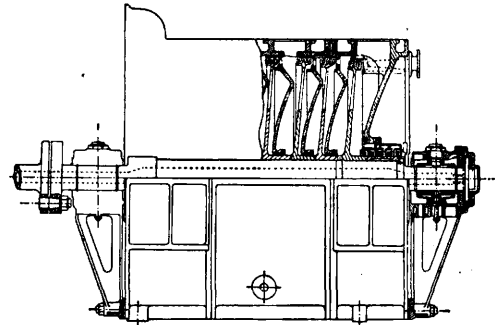
женные В., для к-рых  $\frac{N}{n} < 1$ , рассчитываются по формуле  $d = 12 \sqrt[4]{\frac{N}{n}}$ , при чем в основу расчета кладется деформация В., не превосходящая  $\frac{1}{4}^\circ$  на  $n$ . м. Диам. стального В. берется равным  $\frac{4}{5}$  вычисленного значения для  $d$  по указанным выше формулам. Расстояние ( $l$  см) между подшипниками можно определить по формулам: для вала только на двух опорах  $l = 100 \sqrt{d}$ , а при многих опорах  $l = 125 \sqrt{d}$ , если  $l$  и  $d$  выражены в см [3].

Шарнирные В. имеют применение в специальных случаях, когда движение от одной части вала передается другой, изменяющей свое положение в пространстве, например в автомобилях, во фрезерных станках для передачи вращения винтам стола, к-рый перемещается и в вертикальном и в горизонтальном направлении; такие валы снабжаются на концах универсальными шарнирами. См. *Карданные валы*.

Лит.: 1) Трансмиссии, Нормы герм. промышленности (DIN), М., 1924; 2) Сидоров А. И., Курс деталей машин, ч. I, М.—Л., 1927; Бах К., Детали машин, СПб, 1903—04; В а с h С., Die Maschinen-Elemente, ihre Berechnung und Konstruktion, В. 2, Лpz., 1922—24; 3) Б о б а рь к о в И. И., Детали машин, часть общ. и часть спец., М.—Л., 1926. И. Холмогоров.

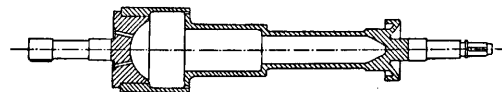
**ВАЛЫ ПАРОВЫХ МАШИН**, см. *Паровые машины* и *Коленчатые валы*.

**ВАЛЫ ПАРОВЫХ ТУРБИН** несут отдельные диски (фиг. 1) или облопаченные барабаны (фиг. 2). Материалом для валов обычно служит лучшая сименс-мартеновская



Фиг. 1.

сталь (имеющая крепость 45—50 кг/см<sup>2</sup> и удлинение 20%) или низкопроцентная никелевая сталь. Поскольку валы рассчиты-



Фиг. 2.

ваются только на изгиб и кручение, расчет их не отличается от расчета других валов. Идеальный момент:

$$M_i = \frac{1}{2} \cdot \frac{m-1}{m} M_b + \frac{1}{2} \cdot \frac{m+1}{m} \sqrt{M_b^2 + M_d^2},$$

где  $\frac{1}{m} = \nu$  — коэфф. Пуассона,  $M$  — изгибающий момент,  $M_d$  — скручивающий момент. Максимальное касательное напряжение

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{M_b^2 + M_d^2}}{W},$$

где  $W = \frac{\pi}{32} d^3$ .

Для сименс-мартеновской стали допускаемое напряжение на срез  $k = 400 \text{ кг/см}^2$ . При этом изгиб вала не должен превосходить пределов, определяемых зазорами между лопатками и кожухом. Практически радиальный зазор равен  $1 + 0,8 D$  (в мм), где  $D$  — наружный диаметр ротора в м. При расчете турбинных валов большую роль играет критич. число оборотов, благодаря динамич. усилиям, получающимся при вращении валов. Развивающаяся при вращении валов центробежная сила (см. *Вибрации*)

$$C = \frac{G}{g} \cdot \omega^2 (y + e) = m(y + e)\omega^2,$$

где  $G$  — вес вращающихся масс,  $g$  — ускорение силы тяжести,  $\frac{G}{g} = m$  есть вращающаяся масса,  $\omega$  — угловая скорость,  $y$  — прогиб вала от центробежной силы при данном числе оборотов,  $e$  — эксцентриситет ц. т. относительно изогнутой оси вала. Сила противодействия вала изгибу будет:

$$K \cdot y = \frac{G}{g} \cdot \omega^2 (y + e) = m(y + e)\omega^2,$$

где  $K$  — сила противодействия вала прогибу на 1 см. Следовательно,

$$y = \frac{e}{\frac{K}{G} \cdot \frac{g}{\omega^2} - 1}.$$

В том случае, когда

$$\frac{K}{G} \cdot \frac{g}{\omega^2} = 1,$$

теоретически вал должен сломаться, даже если эксцентриситет  $e$  исчезающе мал. Этому случаю соответствует угловая скорость

$$\omega_k = \sqrt{\frac{K \cdot g}{G}}$$

и число оборотов вала

$$n_k = 300 \sqrt{\frac{K}{G}};$$

$\omega_k$  называется критич. угловой скоростью, а  $n_k$  — критич. числом оборотов. Если  $f$  — статический прогиб горизонтального вала при нагрузке  $G$ , то

$$f = \frac{G}{K}, \text{ или } \frac{K}{G} = \frac{1}{f}, \text{ а } n = 300 \sqrt{\frac{1}{f}}.$$

В паровых турбинах военно-морских судов, соединенных непосредственно с гребным валом, отношение  $\frac{n_k}{n}$  обычно от 2 до 3.

Для свободно лежащего вала с двумя точками опоры на концах, несущего на середине длины диск весом  $G \text{ кг}$ ,

$$n_k = 300 \sqrt{\frac{6I \cdot E}{a^3 \cdot G}},$$

где  $I$  — момент инерции вала в  $\text{см}^4$ ,  $E$  — модуль упругости вала = 2 000 000—2 200 000  $\text{кг/см}^2$ , а  $2a$  — длина вала в см; для случая упруго защемленного на концах вала при прочих равных условиях

$$n_k = 300 \sqrt{\frac{24I \cdot E}{a^3 \cdot G}};$$

для случая упруго защемленного на одном конце и свободно опирающегося на другом конце вала при прочих равных условиях

$$n_k = 300 \sqrt{\frac{96I \cdot E}{7a^3 \cdot G}}.$$

В случае вала, нагруженного в нескольких точках, для нахождения вызываемого

центробежными силами изгиба оси вала применяется метод Мора, в основу которого положено сходство по форме ур-ия упругой линии балки, подверженной изгибу, с уравнением веревочной кривой. Практически, при наличии препятствующих чрезмерному прогибу вала направляющих, возможно осуществить безопасное для прочности вала вращение не только при  $\omega_k$ , но даже при скоростях, значительно превосходящих критическую. Теория и практика доказывают, что при скоростях вращения вала, превосходящих  $\omega_k$ , при наличии достаточно больших вращающихся масс, стремящихся вращаться вокруг центральной оси инерции, т. е. вокруг оси, проходящей через их центр тяжести, устанавливается новое состояние устойчив. равновесия, при чем в аналитич. выражении для силы противодействия вала изгибу от центробежных сил  $y$  и  $e$  из однозначных становятся величинами противоположных знаков, т. е.:

$$Ky = m(y - e)\omega^2.$$

Величина прогиба

$$y = \frac{m e \omega^2}{m \omega^2 - K} = \frac{e}{1 - \frac{K}{m \omega^2}}.$$

Чем больше  $\omega$ , тем меньше становится  $y$  и в пределе при  $\omega = \infty$  прогиб  $y$  совпадает с эксцентриситетом центра тяжести  $e$ . Пользуясь тем, что

$$\omega_k^2 = \frac{Kg}{G} = \frac{K}{m},$$

выразим  $y$  через  $\omega_k$ ; тогда

$$y = \frac{e}{1 - \frac{\omega_k^2}{\omega^2}}.$$

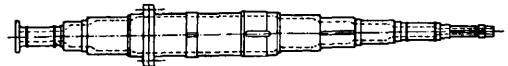
а постоянно убывающая при возрастании  $\omega$  центробежная сила вращения

$$C = Ky = \frac{m e \omega^2}{\frac{\omega_k^2}{\omega^2} - 1}.$$

Соответствующим подбором отношения  $\frac{\omega}{\omega_k}$

или  $\frac{n}{n_k}$  путем уменьшения  $\omega_k$  или  $n_k$  при заданном  $\omega$  или  $n$  возможно произвольно уменьшить величину действующей на вал центробежной силы вращения. В сконструированном по этому принципу *гибком вале* (см.) Лавала отношение  $\frac{n}{n_k}$  доходит до 7.

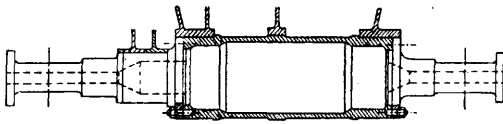
В турбинах Лавала применяются сплошные гибкие валы, вообще же валы для турбин делают или сплошные, или с одинаковой по всей длине вала выточкой, или,



Фиг. 3.

наконец, пустотелые, отличающиеся при большом диаметре малой толщиной стенок, малым весом и большой жесткостью. Иногда валы составляют из двух полых частей, соединяемых после сверловки 8—10 болтами (фиг. 3). Болты д. б. так рассчитаны, чтобы два диаметрально противоположных болта при четырехкратном запасе прочности могли противостоять действию веса вала,

рабочих колес и барабанов. Валы делают также в виде коротких с выточкой отрезков, прикрепляемых к пустотелой ступице барабана (фиг. 4). Рабочие колеса насаживаются на вал, изготовленный ступенями для более удобной насадки, и закрепляют шпонками.

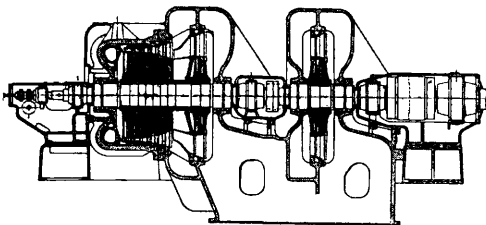


Фиг. 4.

Для предотвращения продольных перемещений дисков на передний конец вала вплотную к прилегающей ступице диска навинчивается бронзовая или железная гайка; в последнее время, во избежание деформации вала от неравномерного прогрева дисков и вала паром, между гайкой и втулкой диска оставляют зазор в 0,3—0,6 мм и стремятся каждый диск крепить на валу отдельно. Длина шеек вала принимается равной 1,5—2 диам., при чем удельное давление не д. б. выше 4—8—15 кг/см<sup>2</sup>. Напряжение на скручивание не должно превышать 450—550 кг/см<sup>2</sup>.

При расчете шеек особое внимание д. б. уделено работе трения и развивающейся при этом теплоте, чтобы рациональной конструкцией подшипников обеспечить удовлетворительный отвод теплоты. Необыкновенно большое число оборотов вала при значительной нагрузке подшипников в паровых турбинах дало сильный толчок как опытному, так и теоретическому изучению ряда сложных явлений, имеющих место во время работы во всяких опорах валов, с целью выявить общие руководящие начала по выбору основных размеров для рационального конструирования подшипников (см. *Подшипники*).

На шейках вала, по обе стороны от подшипника, устраивают особые кольца, служащие в качестве щитов, отражающих брызги выступившего из подшипников смазочного масла, чтобы предотвратить распространение масла вдоль вала и проникновение его в набивочные коробки. На переднем



Фиг. 5.

конец вала помещается предохранительный регулятор и тахометр, а на заднем конце часто устанавливают червячную шестерню передачи для вращения турбины вручную. В многоцилиндровых турбинах со сквозным валом упорный подшипник ставят у переднего конца турбины низкого давления, а между кожухами часто помещают особую промежуточную муфту (фиг. 5), иногда же — промежуточный вал.

Время, необходимое для прогрева массивного вала в радиальном направлении,

т. е. время поднятия темп-ры оси вала от 0° до темп-ры, составляющей 80% от темп-ры пара, определяется, по Стодола, в минутах:  $z \cong \left(\frac{D}{11}\right)^2$ , где  $D$  — наружн. диам. втулки диска в см. Практически, в виду вызываемых прогревом больших внутренних напряжений в материале, в виду могущих произойти от несимметричного  $t^\circ$ -го перепада искривлений вала и в виду предварительного подогрева турбины при пуске в ход, рекомендуется  $z$  брать вдвое больше вычисленного. Во время установившейся работы турбины, после того как  $t^\circ$  вала выравнялась, разница между  $t^\circ$  пара и вала обычно бывает меньше 1% от температуры пара.

В случае короткого замыкания тока в сети соединенного с валом турбины генератора переменного тока, в теле вала в течение 1—1,5 сек. получают чрезвычайно большие напряжения, превосходящие допускаемые больше чем в 10 раз. Если  $n_1$  — число периодов в секунду переменного тока,  $2\pi n_1 = \omega_e$  — угловая частота переменного тока,  $\theta_0$  — момент инерции массы якоря,  $\theta$  — момент инерции вращающейся массы турбины, сосредоточенной в ц. т. на расстоянии  $L$  от якоря,  $M = M_0 \cos \omega_e t$  — периодич. вращающий момент электрических сил,  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  — углы поворота турбины и якоря,  $I_p$  — полярный момент инерции вала и  $G$  — модуль упругости сдвига, то скручивание вала ( $\varphi_1 - \varphi_2$ ) вызывается моментом:

$$M_t = \frac{I_p G}{L} (\varphi_1 - \varphi_2).$$

Уравнения движения турбины и якоря:

$$\theta \varphi_1'' = -M_t \quad \text{и} \quad \theta_0 \varphi_2'' = +M_t - M,$$

откуда получается:

$$\varphi_1'' - \varphi_2'' = \frac{I_p G}{L} \left( \frac{1}{\theta} - \frac{1}{\theta_0} \right) (\varphi_1 - \varphi_2) - \frac{M_0}{\theta_0} \cos \omega_e t.$$

Выражение при  $(\varphi_1 - \varphi_2)$  есть не что иное как частота собственных колебаний масс турбины и якоря, к-рую обозначим через  $\varepsilon^2$ ; принимая ради упрощения

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi \quad \text{и} \quad \frac{M_0}{\theta_0} = a,$$

получим

$$\varphi'' = -\varepsilon^2 \varphi - a \cos \omega_e t.$$

Принимаем приближенно  $M_0$  за постоянную величину, но зато действующую в течение весьма ограниченного промежутка времени. Амплитуда вынужденных колебаний  $A$  в уравнении  $\varphi_2 = A \cos \omega t$  тогда получается путем подстановки в виде  $A = \frac{a}{\varepsilon^2 - \omega^2}$ . Полный интеграл от  $\varphi''$ :

$$\varphi = A \cos \omega_e t + B \cos \varepsilon t + C \sin \varepsilon t,$$

где  $B$  и  $C$  определяются из начальных условий:  $\varphi = 0$  и  $\varphi' = 0$  для  $t = 0$  (т. е. пренебрегают незаметно малыми колебаниями установившегося вращения). Находят т. о.:

$$\varphi = A (\cos \omega_e t - \cos \varepsilon t).$$

Максимум  $\varphi$  получается при

$$\cos \omega_e t = 1; \quad \cos \varepsilon t = -1;$$

$$\varphi_{\max} = \frac{2M_0}{\theta_0(\varepsilon^2 - \omega^2)}.$$

Подстановкой  $\varphi_{\max}$  вместо  $(\varphi_1 - \varphi_2)$  в ур-е

$$M_t = \frac{I_p G}{L} (\varphi_1 - \varphi_2)$$

определяются момент или напряжение материала вала.

В случае резонанса, когда  $\epsilon = \omega$ , теоретически будет наибольшая опасность поломки для вала, при чем, однако, т. к. для развития больших амплитуд колебаний необходимо нек-рое время,  $\varphi_{max}$  не будет просто  $= \infty$ . Если  $\epsilon = \omega$ , то в качестве выражения для вынужденных колебаний необходимо принять

$$\varphi_e = A_0 t \sin \omega t,$$

которое, как в этом можно убедиться путем подстановки, удовлетворяет уравнению

$$\varphi'' = -\epsilon^2 \varphi - a \cos \omega_e t,$$

при чем получается

$$A_0 = \frac{M_0}{2 \omega_e \theta_0}.$$

В выражении для полного интеграла от  $\varphi''$  появятся также члены  $B \cos \omega t + C \sin \omega t$ , выражающие значение собственных колебаний системы. Для начальных условий при  $t = 0$  имеем значения  $B = 0$  и  $C = 0$ , поэтому

$$\varphi = A_0 t \sin \omega_e t.$$

Амплитуды колебаний, следовательно, изменяются пропорционально времени. При постоянном наибольшем значении  $M_0$  действие короткого замыкания можно принять «равновеликим» действительно постепенно, на протяжении весьма короткого промежутка времени  $t$  (порядка десятых долей секунды), убывающего тока; обозначая это время через  $t_0$ , для наибольшего угла скручивания вала получим:

$$\varphi_{max} = \frac{M_0 t_0}{2 \omega_e \theta_0}.$$

Этот вывод убеждает в том, что катастрофический по своим последствиям случай резонанса практически едва ли будет иметь место.

Неоднородность материала вала, дисков и барабанов, возможные неточности обработки и недостатки соединения элементов ротора и вала как целой системы (вследствие чего, благодаря эластичности вала и его вращению, возможны относительные смещения движущихся частей между собой и несимметричное положение ц. т. системы) могут повлечь за собой такие условия вращения, при к-рых возможна поломка вала. Определение положения ц. т. вращающихся деталей относительно их геометрической оси вращения, т. н. выбалансировка их, может быть сделано статическим и динамическим способами. Статически ц. т. определяется для тонких дисков путем вывешивания вала и насаженного на него диска. Для барабанов и для ряда дисков необходимо производить уже динамическое испытание на специальных станках с поддресоренными подшипниками. См. Турбинн.

Лит.: Радциг А. А., Курс паровых турбин, М.—Л., 1927; Дубель Г., Паровые машины и паровые турбины, Л., 1926; Фрп А., Vorlesungen über technische Mechanik, В. 2, Graphische Statik, Lpz., 1926; Stodola A., Dampf- u. Gasturbinen, В., 1924; Euermann u. Schulz, Die Gasturbinen, Berlin, 1920; Вауег G., Die Schiffsturbinen, München, 1923—27.

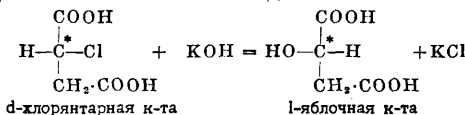
**ВАЛЫ РЕЗИНОВЫЕ** (обложенные резиновым слоем металл. или деревянные валы) применяются в условиях, требующих эластичного и равномерного сжатия (текстильное, кожевенное и другие производства).

Обычно для прочности сцепления мягкой резины с металлом применяется промежуточный слой роговой резины (эбонита). При особенно сильном давлении иногда применяется обкладка эбонитом. Толщина слоя мягкой резины колеблется от 10 до 20 мм. При толщине слоя в 25 мм и выше начинается, кроме сжатия, значительный сдвиг резинового слоя, что сокращает срок его службы. Обкладывание валов (неправильно называемое «обливанием») резиной происходит путем обертывания вала листовой резиной до требуемой толщины слоя с последующей вулканизацией, обточкой и шлифовкой полученного слоя. Равномерность прогрева В. р. крупного диаметра во время вулканизации достигается применением пустотелых резиновых валов, полость которых сообщается с атмосферой.

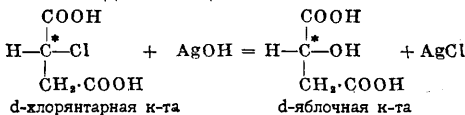
Лит.: Глазун в Г. И., Каучук и резиновое производство, М., 1927; Dittmar R., Die Technologie d. Kautschuks, Wien, 1915.

**ВАЛЫ СИТЦЕПЧАТНЫЕ**, см. Ситцепечатная машина.

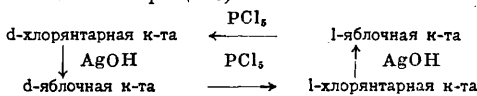
**ВАЛЬДЕНА ОБРАЩЕНИЕ**, изменение знака вращения плоскости поляризации оптически активного вещества на обратный в результате замены одного из атомов или групп, находящихся у асимметрич. атома углерода (см. Асимметрический углерод), другим атомом или группой. Так, при действии КОН или гидрата окиси аммония на d-хлорантарную к-ту происходит обмен хлора на гидроксил, но вместо ожидаемой в этом случае яблочной к-ты правого вращения образуется ее оптич. антипод—l-яблочная к-та:



Подобным же образом из l-хлорантарной к-ты под действием тех же реактивов получается d-яблочная кислота. Если же одну из оптически активных яблочных к-т подвергать действию пятихлористого фосфора, то образующаяся при этом хлорантарная кислота будет иметь вращение, обратное первоначальному: из правой яблочной получится левая хлорантарная, и наоборот. Изменение знака вращения на обратный не всегда имеет место при реакциях замещения; так, под влиянием гидрата окиси серебра из хлорантарных кислот образуются яблочные к-ты, обладающие тем же знаком вращения, что и исходное вещество:



Вышеприведенные явления дают возможность взаимного превращения одного оптич. изомера в другой. Весь цикл превращений выражается следующей схемой (круговой оптический процесс):



Эти реакции, открытые в 1895 г. П. Вальденом и потому получившие название В. о.,

вначале рассматривали как отклонение от того нормального пути, по которому обычно протекают реакции замещения. Вскоре, однако, было обнаружено, что подобные явления встречаются весьма часто и протекают настолько закономерно, что не только не могут рассматриваться как исключение, но являются общим правилом. Явления В. о. особенно подробно были изучены Э. Фишером, который, исходя из представлений Вернера о характере распределения сродства в атоме углерода (см. *Валентность*), дал вполне правдоподобное объяснение как этим явлениям, так и вообще процессам замещения (см. *Координационная теория*).

Лит.: Walden P., Optische Umkehrerscheinungen, Braunschweig, 1919. С. Медведев.

**ВАЛЬДИВИЯ**, вальдивия, дерево (*Persea lingueae*) из сем. Lauraceae. Родина В. — республика Чили (провинция Вальдивия, Арауко и другие). Кора В. содержит до 20% танинидов и служит для дубления. Кора вальдивии и дубильный экстракт из нее вывозятся из Чили преимущественно в Европу. См. *Дубильные материалы и Справочник физ., хим. и технолог. величин*.

**ВАЛЬМА**, треугольный скат крыши, пересекající основные два ската и конек крыши. См. *Крыша*.

**ВАЛЬТОНОВЫЕ МАСЛА**, род *вареного масла* (см.), продукты полимеризации и сильного окисления жидких жиров в присутствии сикативов, получаемые по способу Вальтона (Walton) [1], применяются в производстве линолеума; им родственны также продукты полимеризации и сильного окисления жидких жиров, получаемые по способу Пернакота [2]-Тейлора и др. [3]. Исходный материал в этих процессах чаще всего — льняное масло; однако применяются также свободные жирные к-ты ворвани и масла: древесное, перилловое, бобовое (соевое), из зерен сахарного тростника, конопляное, ореховое, маковое и др., служащие также примесями к льняному маслу. Подвергающееся вальтоновой обработке масло смешивается с резинатами свинца и марганца и затем его заставляют медленно стекать по поверхности вертикально развешенных широких хлопчатобумажных полотнищ в очень высоких горячих камерах, при чем это повторяется многократно с одним и тем же маслом. Окисляясь и полимеризуясь в этих камерах, олифа постепенно густеет и застывает на полотнищах в студнеобразную массу, называемую иногда линооксином (в случае древесного масла — т у н г о к с и н о м); название не точно, поскольку линоксин в собственном смысле не содержит в себе сикатива; при окислении распространяется острый запах, вероятно муравьиной и уксусной кислот. За несколько недель нарастает слой вальтоновых масел в 2—3 см. Это вещество, как и линоксин, почти нерастворимо в эфире, хлороформе и сероуглероде, но почти нацело растворяется в кипящей уксусной кислоте, горячем анилине, тетралине, бензоле-ацетонно-метилалкогольной смеси и, под давлением, — в чистом бензоле, при 150°. Характерные числа вальтоновых масел, по Ф. Фритцу (1913 год), приведены в таблице 1.

Табл. 1.—Характерные числа В. м.

Свойства	Мягкое В. м.	Нормальное В. м.	Сильно окисленное В. м.
D <sub>4</sub> . . . . .	1,079	1,072	1,043
Содержание золы в %	1,40	0,92	0,27
Число омыления . .	272	294	307
Иодное число . . . .	59,1	60,7	48,7
Общее содержание жирных к-т в %			
Неокисленных . . . .	32,2	33,2	36,5
Окисленных:			
в воде нерастворимых . . . . .	39,7	34,1	36,7
в воде растворимых	17,4	20,9	12,6

Образовавшееся В. м. счищают с полотнищ, сплавляют с 50% смолы (канифоли, каурикопала), полученный темный цемент В а л ь т о н а измельчают, растирают с стальком, мелом и т. д., затем смешивают с пробковой или древесной мукой и соответственной краской, напр. охрой; после обработки на измельчающих машинах однородную массу прокатывают между валами (каландруют), полученные полотна наклеивают жидким клеем под давлением на джутовую ткань и затем подвергают выдержке в течение 1—2 месяцев, пока вальтонов цемент не окрепнет. Процесс, по Тейлору, проходит более быстро, но дает продукт менее выносливый (вальтонов линолеум на 26% выносливее тейлоровского). Он состоит в нагревании льняного масла с сикативами, окисью свинца и т. д., при умеренном доступе воздуха. Полученную массу измельчают, подвергают обработке, подобной той, которая применяется при процессе Вальтона. Затем джутовой ткани, покрытой тейлоровской массой, дают созреть в течение 1—2 недель в камере, нагреваемой до 45° паром. Конец процесса узнается по тому, что масса не сдвигается ногтем.

Изделия из линолеума бывают окрашены однородно или на них печатаются цветные узоры лаковыми красками. Особый вид этого рода изделий, и н л е д - л и н о л е у м (inlaid-linoleum), составляет, как паркет, из отдельных кусков разноцветного линолеума и, следовательно, дает рисунок не стирающийся; для этого линолеума удобен преимущественно вальтонов процесс. Еще разновидность линолеума, т. н. л и н к р у с т а, или л и н о л е у м о в ы е о б о и, производится из плотной бумаги путем покрытия ее под давлением линолеумовой массой с большим содержанием смолы. При производстве линолеума в качестве цементующих веществ, заменяющих В. м., применяются также старый каучук, нитроцеллюлоза (дающая т. н. т р и о л и н), смеси глицерина с животным клеем и т. д.; напротив, смоляное масло и пеки, за исключением остатков от сухой перегонки растительных масел, для этого назначения непригодны. Состав готового линолеума, по Ульцеру и Бадерле, характеризуется примерно данными, приведенными в табл. 2.

Табл. 2. — Состав линолеума (в %).

Фабрикат	Беззолотая выработка	Общее количество золы	Органич. вещества пробы	Вода
Германский 275 . . . Тейлоровский «терранота» . . . . .	24,0	20,3	53,0	2,8
Тейлоровский «светлозеленый» . . . . .	15,5	10,0	71,5	2,7
	13,2	19,3	64,7	2,6

Испытания линолеума нужно вести в отношении химических его свойств и, в особенности, физических: на гибкость, прочность, разрыв, изгиб, износ, на водоупорность, огнестойкость и т. д. Чрезвычайно высокая водоупорность линолеума и прочность на износ, равно как и весьма малая теплопроводность (Гофман и Пирен) и бактерицидные свойства (Биггер, Бурхатц), завоевали ему прочное место; так что лишь в самое последнее время стал выдвигаться в качестве соперника триолин, стойкость которого в отношении постарения, однако, еще не выяснена. Следует отметить, что уже в 1862 г. была установлена очень высокая прочность линолеума на износ, когда выяснилось, что после прохождения по нему в Берлинском музее 3 млн. чел. он остался вполне свежим.

О производственном процессе линолеума разных составов — см. *Линолеум*.

Лит.: см. *Варенье масла*, <sup>1)</sup> Ан. II.: 209/1860, 1037 и 3210/1863; <sup>2)</sup> Ан. II.: 2057/1871; <sup>3)</sup> Ан. II.: 232/1863, 2498/1877, 9867/09. Ам. П.: 948189/10, 948572/10, 957594/10, 1008972/11, 1003773/11. Г. П.: 245325/10, Норв. П.: 21918/11, Нидерл. П.: 1356784/20, Ам. П.: 1369911/21, 1370990/21, 1379204/21, 1403786/22, 1406618/22. Ф. П.: 1411906/22; а также: Орлов Е., «Ж», т. 42, стр. 658; Fischer H., *Geschichte, Eigenschaften und Fabrikation des Linoлеums*, 2 Auflage, Leipzig, 1924; Benedikt B. und Ulzer F., *Analyse d. Fette- und Wachstern*, 5 Auflage, Berlin, 1908; Wilke-Dörfurt E., Simon A. u. Gühring, «Kunststoffe», München Jg. 16, 1926, 2—6; Fritzt F., «Ch.-Ztg.», 1913, В. 20, р. 49, 1920, В. 27, р. 1, 1921, В. 28, р. 51, 409, 1923, В. 30, р. 256, 287, 749, 771, 794, 812, 870, 890; Fritzt F., «Kunststoffe», 1911, В. 1, р. 12, 1913, В. 3, р. 21, 44, 78, 1914, В. 4, р. 101, 370, 1915, В. 5, р. 46, 49, 83, 1916, В. 6, р. 87; Fritzt F., «Ch. Rev. über d. Fett- u. Harzindustrie», 1911, В. 18, р. 247, 265, 1912, В. 19, р. 7, 1913, В. 48, р. 20, 1914, В. 21, р. 43, 1914, В. 20, р. 48, 1915, В. 22, р. 19, 43; Fritzt F., «Chem. Umschau auf d. Gebiete d. Fette, Öle, Wachse u. Harze», Stg., В. 30, р. 256, 285, В. 31, р. 23; Fritzt F., «Farben-Ztg.», В. 29, р. 184; Fritzt F., «Seifen-Ztg.», В. 51, р. 481; Burchatz, «Mittel. d. Materialprüfungsamt in Gross-Lichterfelde», В. 1899, В. 17, р. 285; Ingle, «J. Ch. I.», 1904, v. 23, p. 1197, v. 32, p. 639; Reid, «J. Ch. I.», 1896, p. 75; Kaye, «India Rubber Journal», L. v. 67, p. 233; Kegel V., «Kunststoffe», 1912, В. 2, р. 131; Schwarz, «Kunststoffe», 1913, В. 3, р. 7, 26; Kausch, «Kunststoffe», 1914, В. 4, р. 145, 188, 250; Micksch, «Kunststoffe», 1916, В. 6, р. 34; Limmer, «Z. ang. Ch.», 1907, p. 1349; Halep, «Kunststoffe», 1911, В. 12, р. 33; Palmer, «I. Eng. Ch.», 1924, 2—5. П. Флоренский.

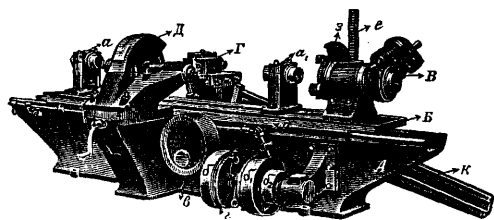
**ВАЛЬЦЕВАНИЕ.** 1) В. каучука и резиновой смеси — основная операция в резиновом производстве, имеющая целью перевод каучука в пластическое состояние для введения необходимых составных частей резиновой смеси и дальнейшей обработки (плющение на листовых каландрах, выдавливание на шприц-машинах, втирание в ткань каучука на шпрединг-каландрах или растворение). Обычная конструкция валцов — два вала, приближаемые один к дру-

гому регулированием винтов, давящих на подшипники одного из валов. Отношение окружных скоростей валов, в зависимости от назначения, равняется 1,2—1,7 (при переработке старой резины это отношение доходит до 2 и выше). Температура валов и резины поддерживается в 75—95°. Рабочие деформации при В.: раздавливание и растирание. Продолжительность обработки зависит, с одной стороны, от необходимости размягчить каучук и ввести в него на вальцах прочие ингредиенты, с другой стороны — от понижения внутреннего сцепления частиц при долгом В. Продолжительность В. каучука 10—20 м., продолжительность смешивания 15—40 м. В последнее время валцы успешно заменяются так называемыми закрытыми смесителями, дающими при массовом производстве экономии в расходе энергии и большую равномерность качества продукта. В настоящее время применение этого процесса находится в стадии научного исследования. См. *Резиновое производство*.

Лит.: Глазунов Г. И., *Каучук и резиновое производство*, Москва, 1927; Dittmar R., *Die Technologie des Kautschuks*, Wien, 1915; Gottlob K., *Technologie der Kautschukwaren*, Braunschweig, 1925. Л. Горбунов.

2) В. металлов — см. *Прокатка*.

**ВАЛЬЦЕРЕЗНЫЙ СТАНОК**, станок токарного типа, для нарезки рифлей на вальцах мукомольных вальцевых станков. Рифли изнашиваются более или менее быстро в зависимости от качества зеркального чугуна, из которого валцы приготовлены, зачатки их наружной поверхности, большей или меньшей форсировки работы на вальцах и от качества перерабатываемого зерна. Так как рифли на вальцах должны иметь некоторый уклон по отношению к образующей вальца, неодинаковый для различных моментов дранного процесса, то для получения этого уклона В. с. должен сообщать нарезаемому валку два движения: 1) поступательное — в направлении оси вальца и 2) вращательное — вокруг его оси. От угла,

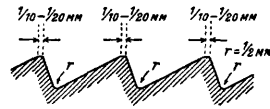


Фиг. 1. Вальцерезно-шлифовальный станок.

на который валок поворачивается за время одного прохода реза по поверхности вальца, зависит больший или меньший уклон рифлей. Очень часто конструируются комбинированные станки для нарезки рифленых и шлифовки гладких валцов. На фиг. 1 представлен вальцерезно-шлифовальный станок одной из наиболее совершенных конструкций. Станок состоит из солидной чугунной станины А, на которой расположена платформа В, имеющая 2 подшипника: а и а<sub>1</sub>; в эти подшипники закладываются своими концами валок. Платформа В получает поступательное движение вдоль оси станины посредством зубчатой рейки, укрепленной на

ней снизу, и сцепляющейся с ней шестерни, приводимой в движение червячной передачей *в*. Последняя получает движение от шкивов *б*, *б*<sub>1</sub> и *б*<sub>2</sub>, при чем шкив *б* служит для холостого хода, шкив *б*<sub>1</sub> — для рабочего хода во время нарезки и шкив *б*<sub>2</sub> (от особого ремня) — для рабочего хода при шлифовке. В конце каждого хода платформы тот или иной шкив включается муфтой *з* посредством передаточного механизма *д*. Суппорт *Г* с резцом и суппорт *Д* с шлифовальным наждачным кругом укреплены на особых солидных стойках. Для поворачивания вала на нек-рый угол с целью придания рифлям уклона к его образующей служит кулиса *к*, левый конец *к*-рой м. б. перестановлен и укреплен в особой прорези; посредние кулисы вращаются на шарнире и так. обр. может быть установлена под любым углом, соответствующим углу наклона рифлей. Платформа *Б* в нижней своей части имеет ползун, сквозь который проходит кулиса и *к*-рый соединен с зубчатой рейкой *е*, сцепляющейся с зубчатым сектором *з*. При движении платформы ползун, поднимаясь по кулисе, выдвигает зубчатую рейку, а следовательно, и поворачивает зубчатый сектор тем больше, чем больше угол наклона кулисы. Для поворачивания обрабатываемого вала после нарезки каждого рифля на нек-рый угол, достаточный для того, чтобы резец стал на поверхности вала в положение, соответствующее следующему рифлю, т. е. для получения заданного числа рифлей, служит делительная головка *В*.

дующие условия: 1) валок д. б. расположен строго параллельно оси станка; 2) при возобновлении рифлей валок д. б. отшлифован для выравнивания неравномерно сработавшихся нарезок; 3) мелкие рифли м. б. нарезаны одним проходом реза, для получения же более глубоких рифлей необходимо пройти каждый рифель резцом 2—3



Фиг. 2.

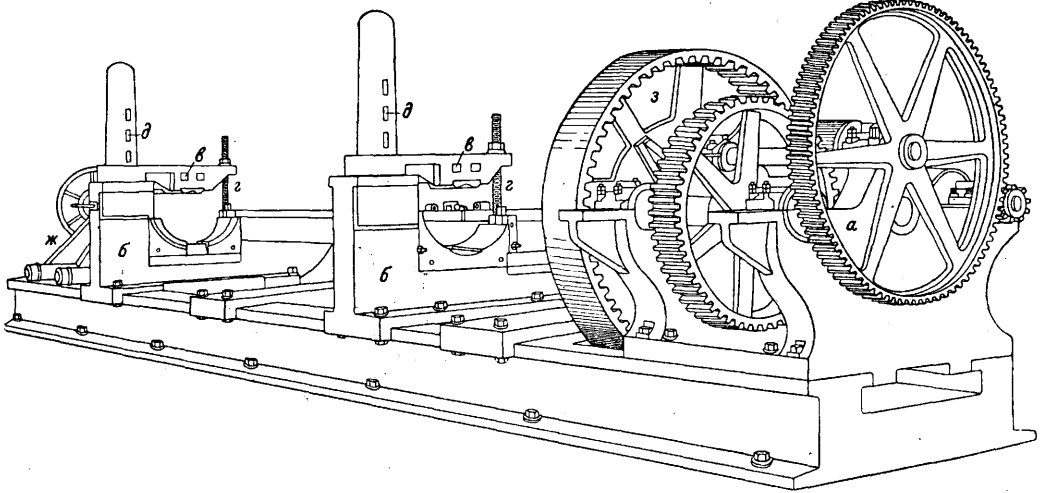
раза; 4) резец д. б. изготовлен из алмазной стали по специальному шаблону, иметь угол резания для мелких рифлей не более 75° и для крупных не более 80°

и д. б. закален в воде, подкисленной соляной к-той (HCl). Форма реза зависит от расположения углов резания рифлей по отношению к продукту и от формы рифлей, *к*-рая меняется в зависимости от назначения вальцов. На фиг. 2 дана форма типичного рифля.

Лит.: Taschenbuch des Müllers, 8 Ausg., Braunschweig, 1927.

В. Прокофьев.

**ВАЛЬЦЕТОКАРНЫЕ СТАНКИ**, специально для обточки прокатных вальцов, отличаются особенной массивностью и устойчивостью, в виду исключительной трудности обработки валков режущим инструментом. В. с. строились прежде без продольного и поперечного самохода. Конструкция такого станка, встречающаяся еще довольно часто в настоящее время, представлена на фиг. 1, где *а* — передняя бабка с зубчатым перебором для привода от ремня, *б* — стойки



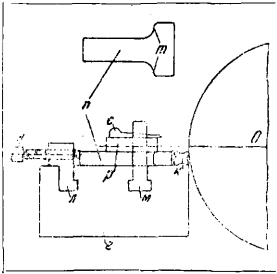
Фиг. 1.

Станок при нарезке вала потребляет от 0,5 до 1 НР, при шлифовке — от 3 до 5 НР. При нарезке рифлей привод для движущейся платформы делает 70 об/м. при рабочем ходе и 450 об/м. при холостом ходе. При шлифовке наждачный круг делает 1000 об/м., а валок — 40 об/м. Производительность станка зависит непосредственно от числа и глубины рифлей и от изношенности вала при шлифовке; в среднем нарезка вала продолжается 16—17 часов.

Для правильного и продуктивного нарезания рифлей необходимо выполнить сле-

(люнеты) с подшипниками для шеек обрабатываемых валков, *в* — крышки с небольшой цилиндрической выемкой в середине, служащие верхними половинками вкладышей, *г* и *д* — винты и отверстия для установки крышек на надлежащей высоте, *ж* — задняя бабка, *з* — планшайба; *к* — стойкам *б* прикреплен массивная отливка прямоугольного сечения, расположенная вдоль станка с передней стороны и представляющая собой как бы подручник для токарных резцов (*е* — на фиг. 2). К планшайбе *з* привернута коробка (не показанная на чертеже) с гнездом, в которое

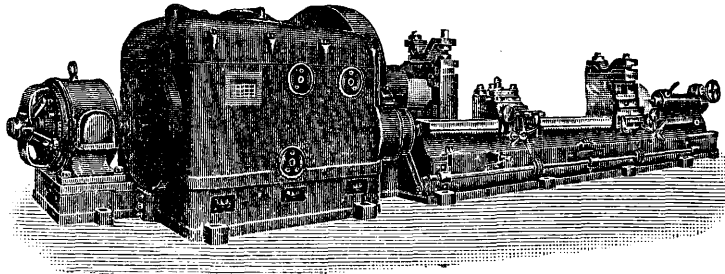
входит конец короткого шпинделя с канавками по длине или крестообразного сечения. По этому шпинделю скользит массивная обойма, захватывающая канавки на шейке обтачиваемого валка (треф) и таким образом приводящая последний во вращение. Благодаря такому устройству не совсем точная установка валка по отношению к шпинделю не отражается на правильности его вращения. При проточке канавок валки вращаются во



Фиг. 2.

вкладышах, установленных в стойках б, для обточки же шеек валки устанавливаются в центрах при помощи различных размеров шеек имеется набор соответствующих вкладышей. Проточка канавок производится сперва начерно обыкновенными резацами и

затем начисто фасонными резацами, изготовляемыми из углеродистой стали с содержанием углерода 1,5%, при чем резы лучше



Фиг. 3.

всего закаливать в соленой воде, чтобы придать им возможно большую твердость.

Для обточки цилиндрич. поверхностей в Америке применяют резы, представляющие стальную полосу крестообразного сечения (фиг. 2, к) и различной длины в зависимости от длины обтачиваемой шейки (до 200 мм); каждый угол ее является режущим ребром. Способ установки резов показан на фиг. 2, где е—упомянутый при описании станка, подручник, снабженный Т-образной канавкой в своей передней части и L-образной в задней; в стойке л, установленной в задней канавке, вращается винт н, прижимающий резец к обтачиваемому валку О при помощи «толкателя» п. Последний проходит через хомут м, установленный в передней канавке, и вместе с планкой р и клином с служит для прижатия толкателя к подручнику. Резец к помещается непосредственно на подручнике и закрепляется с боков в случае надобности при помощи упорных кулачков, повернутых к тому же подручнику. В отличие от обычных токарных станков резы в данном случае устанавливаются несколько ниже центра обтачиваемого предмета. Установленный так. образ. резец продвигается к обтачиваемому валку при помощи нажимного винта до тех пор, пока он не

будет резать по всей своей длине. Если по проверке окажется, что обточка происходит не по цилиндру, то отвинчивают слегка нажимной винт н и поправляют положение реза, ударяя молотком по углам т толкателя.

Современный тип В. с. представлен на фиг. 3. Станок приводится в движение непосредственно от электромотора, соединенного с закрытой со всех сторон коробкой скоростей эластичной муфтой. В крышке передней бабки устроен лубрикатор, подающий смазочное масло ко всем движущимся частям станка. Помимо описанного выше приспособления для захвата тренов, для обеих бабок предусмотрена планшайба для зажима прибылей литых валков (для обточки начерно). Станок снабжен двумя суппортами с продольным и поперечным самоходами. При выключении продольного самохода суппорты легко передвигаются вручную (независимо друг от друга) при помощи шестерни и продольной рейки. Суппорты снабжены солидными опорами для резов, применяемыми при отрезании прибылей и при проточке глубоких канавок. В станине имеется несколько параллельных продольных канавок для установки суппортов на разных расстояниях от центральной линии в зависимости от обтачиваемого валка. Задняя бабка легко переставляется по станине вручную; для того, чтобы она не могла подаваться назад во время работы, ее снабжают собачкой, зацепляющейся за соответствующую рейку в станине. Подобного рода станки строят с высотой центров от 350 мм до 800 мм и длиной между центрами от 2,5 до 7,5 м. Наименьшие станки делают примерно от 0,5 до 10 об/м., потребляя около 15 HP, наибольшие—от 0,3 до 5 об/м., потребляя около 50 HP.

В. Пальм.

**ВАЛЬЦОВАЯ МАССА** (типографская) служит для изготовления типографских валиков, предназначенных для нанесения краски на печатную форму. От В. м. в значительной степени зависит качество продукции в типографском деле. К В. м. предъявляются следующие требования: она должна 1) хорошо принимать крепкую и среднюю типографскую краску; 2) обладать большой эластичностью; 3) застывать при комнатной  $t^{\circ}$ ; 4) не расплываться и не терять своих свойств на быстрых оборотах машины и при  $t^{\circ}$  до 40—50°; 5) не твердеть и не крошиться; 6) не пачкать печатной формы; 7) задерживать краску на своей поверхности и не давать ей расплываться глубже 1—2 мм; 8) при частой переливке долго сохранять свои свойства; 9) хорошо принимать и сохранять форму, получаемую при отливке. Эластичность массы проверяется пробой, обычно вручную: чем больше она сопротивляется разрыву, тем качество лучше; другая практическая проба: масса не должна ломаться в слегка смоченном месте перегиба.

Основные материалы для изготовления В. м.: 1) рыбий клей или желатин хорошего качества, от которых зависит эластичность



В. м.; 2) глицерин полубелый или бледно-соломенного цвета, уд. в. 1,260, без примеси солей и извести; от него зависит крепость В. м.; 3) патока из зерновых продуктов или сахарная; 4) венецианский терпентин. Рецептов для составления вальцовой массы много. Лучшей массой считается английская. Составы В. м. показаны в табл. 1 и 2.

Табл. 1. — Составы английской массы в весовых частях.

Сорта массы	Клей или желатин	Глицерин	Патока зерновая	Венециан. терпентин
Летняя (крепкая) .	12	6	6	1/4
	12	8	8	»
Зимняя (слабая) . .	12	10	10	»
	12	12	12	»
Весенняя и осенняя (полукрепкая) . .	12	14	14	»

Табл. 2. — Составы В. м. немецкого изготовления в весовых частях.

Сорта массы	Желатин или клей	Глицерин	Патока сахарная
Летняя . . . . .	8	8	8
Зимняя . . . . .	8	12	12
Обычная . . . . .	14	16	6

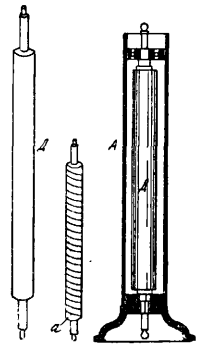
Для получения белой В. м., в типографском деле редко употребляемой, к ней прибавляют цинковые белила высшего качества; последние придадут массе твердость. Кроме основной имеется на рынке добавочная В. м. специально для добавления к старой при переливке валиков. Как основная В. м., так и добавочная выпускаются под различными названиями и для разного назначения: для газетного и книжного ротационного печатания, для плоских машин и т. п., обычно — кирпичиками в 5×5×3 см и больших размеров. За последнее время в Америке появилась особая патентованная вальцовая масса, состав которой пока неизвестен. В Европе патент принадлежит фирме MAN (Аугсбург), которая распространяет эту массу под названием «валики Идеал». Масса эта отличается большой эластичностью при значительной плотности. Вследствие этих и нек-рых других свойств, по указанию фирмы, масса пригодна не только для быстроходных ротационных машин, но также и для литографского печатания (взамен кожаных валиков) и офсетного.

Процесс производства В. м. Рыбий клей или желатин предварительно следует размочить в дождевой или дистиллированной воде, продержав в ней не менее 12 час., для того, чтобы они поглотили воды до 30% своего веса. Глицерин и патоку подогревают в отдельном котле до 75—90°, тщательно размешивая для получения однородной массы. Образующуюся во время варки на поверхности белую пену следует осторожно снимать. Затем постепенно в котел добавляют размоченные клей или желатин. Когда все компоненты образуют однородную массу, добавляют венецианский терпентин. Особое внимание следует обратить на то, чтобы вальцовая масса не приго-

рела, т. к. в этом случае масса теряет все свои ценные свойства. Рекомендуется нагревать массу в двойном котле паром и следить, чтобы  $t^\circ$  не поднималась выше 90°. После прибавления скипидара массе около 10 минут дают остыть и затем пропускают через три волосяных сита (трех разных мешей) в формы, если она готовится для хранения, или в валиковые формы, если ее готовят для непосредственного употребления в дело. В рационально поставленных предприятиях перед разливкой в формы из расплавленной вальцовой массы в вакуум-аппаратах отсасывается излишек влаги, чем достигается большая плотность и эластичность вальцовой массы — неперемные свойства для В. м. хорошего качества.

Применение В. м. Полиграфические предприятия обычно приобретают готовую В. м., подбирая ее сорта в зависимости от назначения, характера печатных работ, времени года (летом — более крепкую, зимой — слабую) и типа машин (ротационные, плоские, американки). Отливку валиков некоторые предприятия сдают в специальные мастерские; однако многие типографии производят эту работу у себя.

Процесс отливки. В. м. разрезают на мелкие кусочки и постепенно, небольшими партиями, кладут в варочный котел, обычно емкостью 50 кг, нагреваемый паром или горячей водой. По истечении 40—50 м. при  $t^\circ$  в 50—60° масса становится достаточно текучей, и ее следует тотчас же разливать в формы (гильзы). Перегрев массы лишает ее необходимой эластичности и вызывает при отливке образование пузырей. Форма (гильза) чугунная (медная для американок), состоит из целой отливки (фиг. 1, А) и редко, лишь для устаревших машин, из двух половинок (фиг. 2). Предварительно внутренние стенки формы прочищают, насухо протирают и всю поверхность тщательно смазывают каким-либо жиром, тонким и равномерным слоем (обильная смазка портит поверхность отлитого валика, при недостаточной же смазке масса отрывается во время извлечения из формы). Затем в форму устанавливают валик (фиг. 1, Д), центрируя его крестовиной (фиг. 2, в); при этом заливаемая часть тела валика должна быть предварительно защищена от ржавчины (только не керосином) и грязи и обмотана бечевкой (фиг. 1, а), которая хорошо держит массу. После установки валика и тщательного скрепления обеих половинок формы (во избежание образования шва, если форма составная) форму нагревают до  $t^\circ$ , немного ниже нагретой В. м. (медные формы значительно слабее), и заливают массой через воронку (фиг. 2, б). Этот способ отливки валика имеет, однако, много недостатков: получается рыхлый верхний слой массы, часто образуются пузыри (напр., если нагретую массу быстро вливают в форму или перегревают форму);

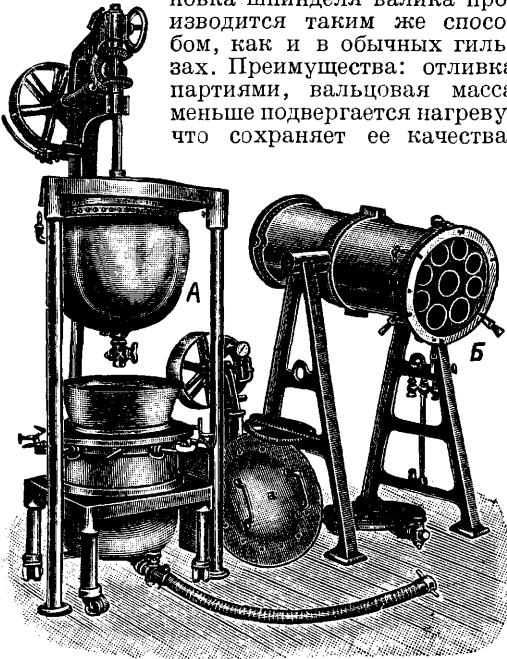


Фиг. 1.

кроме того, масса неоднородна и ее поверхность недостаточно гладка. В результате такие валики на машине расходуют лишнюю краску, плохо кроют печатную форму (распыляются) и быстро портятся.

Во избежание указанных недостатков предпочитают другой способ отливки валиков — под давлением (фиг. 3). В закрытом котле А, обогреваемом паром, растапливают массу, как и в первом случае, затем массу под легким давлением пропускают в гильзу снизу. При этом получается валик правильной и гладкой формы, однородной плотности, без пузырей. После отливки валики оставляют в

форме на 2—4 часа, а затем вынимают из формы и выдерживают до употребления в дело несколько дней. Вместо отдельных гильз в более крупных предприятиях устанавливают т. н. митральезы (фиг. 3, Б). Внутри митральезы имеются полые цилиндры, размеры которых соответствуют всем типам валиков данного предприятия. Установка шпинделя валика производится таким же способом, как и в обычных гильзах. Преимущества: отливка партиями, вальцовая масса меньше подвергается нагреву, что сохраняет ее качества.



Фиг. 3.

После некоторой работы валики приходят в негодность, В. м. пропитывается краской, твердеет и крошится (валики для черной краски медленно сохнут); если за валиками внимательно следить, то при нормальной работе хорошие валики могут служить до 1 года, а для быстросохнущих красок, цветных, — значительно меньше. Для переливки старых валиков снимают на токарном станке специальной конструкции верхний слой массы в 1—2 мм, пропитанный краской, оставшуюся массу разрезают на мелкие ку-

ски и пускают в переварку, предварительно удалив отдельные пропитанные краской куски из массы ниже снятого слоя. Можно работу произвести и без станка: сначала следует промыть валик керосином или скипидаром, затем зеленым мылом и тщательно протереть сукном, после чего острым ножом или скребком (фиг. 4)

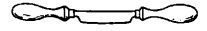
соскоблить весь пропитанный краской загрязненный слой. Бывшую в употреблении растолченную В. м., как и новую, следует профильтровать и к первой добавить свежей массы, предпочтительно однородной композиции. При тщательной предварительной очистке В. м. поддается пятикратной переливке; фактически, на практике, В. м. переливается и значительно большее число раз.

Лит.: Mugrauer J., Die Buchdruckwalzen, Wien, 1924. А. Вейс.

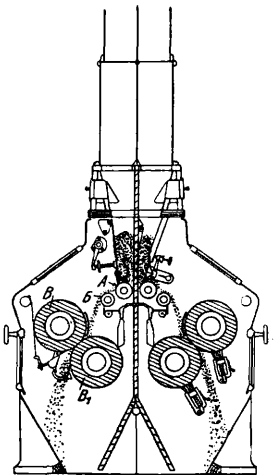
**ВАЛЬЦОВЫЙ СТАНОК**, мукомольный, для измельчения и повторительного высокого помола зерновых продуктов. Первая практически пригодная конструкция В. с. разработана и осуществлена швейцарским инженером Зульцбергером в 1834 году. Затем, лишь с 70-х годов прошлого столетия, после ряда усовершенствований, введенных Фридрихом Вегманом (станок с фарфоровыми вальцами) и Андреасом Мехвартом (вальцы из закаленного чугуна), В. с. стал успешно конкурировать с жерновым поставом и постепенно вытеснил его с крупных товарных мельниц. Вальцестроение в Европе и в Америке шло самостоятельными путями, вследствие чего современные европейские и американские конструкции вальцовых станков имеют существенные различия.

В современном вальцестроении преобладает тип четырехвальцового станка, при чем каждая пара вальцов образует независимую мелющую систему. В европ. конструкциях В. с. преобладает диагональное расположение вальцов (фиг. 1, В и В<sub>1</sub>), в американских — горизонтальное (фиг. 2, В и В<sub>1</sub>). Корпус, или станину, В. с. изготовляют обычно в виде полый чугунной отливки с приспособлением для установки подшипников вальцов, приводного механизма и устройства для питания вальцов. Основные требования, предъявляемые к конструкции корпуса вальцового станка, — легкость разборки станины для выемки вальцов и доступность для наблюдения за работой станка.

Мукомольные вальцы д. б. строго цилиндрической формы, иметь твердую рабочую поверхность и противостоять изнашиванию

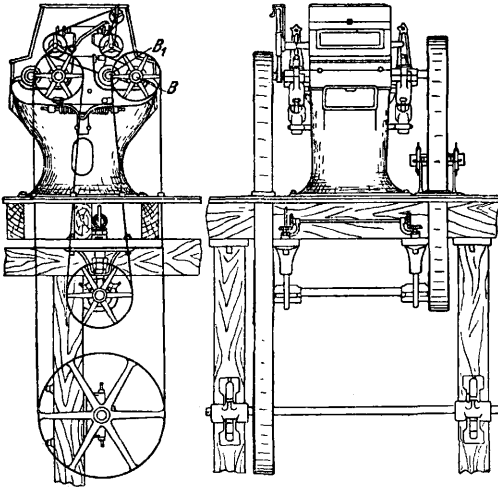


Фиг. 4.



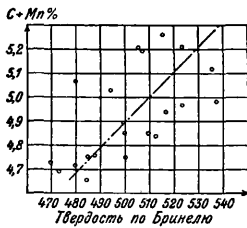
Фиг. 1.

и давлению, возникающим при размоле. Гладкие вальцы должны обладать свойством хорошего захвата размалываемого продукта. В качестве сырья для вальцов

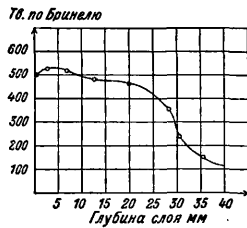


Фиг. 2.

употребляется чугун с содержанием 3,3—3,8% С, 0,5—1% Si, не менее 1% Mn; присутствие S и P вредно. Содержание углерода, кремния и марганца в чугуне определяет его качества. Фиг. 3 показывает зависимость между твердостью закаленного чугуна и процентным содержанием в нем углерода и марганца; при 5,2% (С + Mn) твердость по Бринелю достигает 520 кг/мм<sup>2</sup>. Чугун коковской плавки неоднороден, поэтому



Фиг. 3.



Фиг. 4.

для изготовления вальцов идет чугун, выплавленный на древесном угле\* (см. Литье чугуна). Плавку чугуна можно вести как в электрич. печах, так и в вагранках, но первые дают лучший результат. Микрофотограммы поверхности вальцов, бывших в длительной работе, показывают, что поверхность вальцов при ваграночной плавке приобретает зернистое строение, при плавке же в электрич. печи получается волокнистое строение; следовательно, плавка в электрических печах обеспечивает лучшую вязкость металла.\*\*

Для получения необходимой твердости рабочих поверхностей вальцы отливаются в металлические изложницы (кокили). Отливка производится в стоячем положении; литники располагают тангенциально внизу. При быстром охлаждении чугуна закаляется,

так как в нем образуется цементит. Твердость закаленного слоя и его толщина для чугуна определенного состава зависят от  $t^{\circ}$  расплавленного металла,  $t^{\circ}$  и толщины стенок изложницы и от толщины отливаемого вальца. Глубина закаленного слоя должна быть такова, чтобы при переточке и новом рифлении вала поверхность переточенного вала была достаточно тверда. Исследование закаленного слоя вала диаметром 256 мм показало, что кривая твердости закаленного слоя, возрастая, достигает максимума на глубине 3 мм, почти не изменяется до глубины 16 мм, после чего резко падает до границы закаленного слоя на глубине 30 мм. Результаты испытания приведены на фиг. 4. Уменьшение твердости по глубине закаленного слоя объясняется уменьшением количества цементита и увеличением перлита, что ясно видно по микрофотографическим снимкам шлифов.\*

Гладкие вальцы с хорошей захватывающей поверхностью дают шлифы, которые после их обработки песчаной струей имеют под микроскопом вид рельефной поверхности; возвышенности состоят из цементита, так как перлит, благодаря своей мягкости, уносится песчаной струей. При отливке гладких валов закаленный слой должен состоять как из цементита, так и равномерно с ним перемешанного перлита.

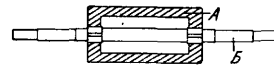
Нормальная конструкция чугунных вальцов—пустотелый цилиндр А, надетый на вал В (фиг. 5 и 6)



Фиг. 5.

в горячем состоянии или при помощи гидравлического пресса. Форма, показанная на фиг. 5, предпочтительна, т. к. при изгибе и от нагрева приобретает более равномерные деформации. В процессе механической обработки вальцов весьма существенные моменты—проверка твердости закаленного слоя (склероскопом), проверка цилиндричности и пригонки парных вальцов и, наконец, их динамическая балансировка. Последняя необходима для достижения спокойного и плавн. хода станка и уменьшения его износа, ибо неопределимая путем статич. балансировки (прокатывание на горизонтальных ножах) динамич. неуравновешенность при допускаемом для вальцов числе оборотов (до 500—600 об/м.) вызывает, вследствие возникающих при этом центробежных сил, значительные изгибающие моменты.

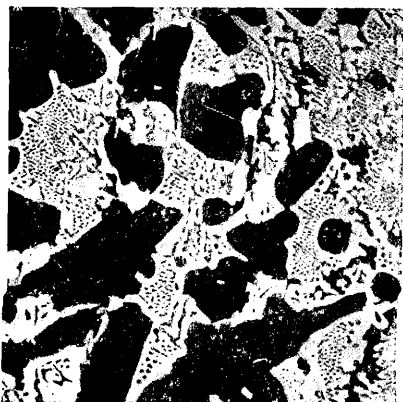
Уравновешивание (см.) производится на специальных станках (Лавачек-Геймана), зачерчивающих на торцовой части вала т. н. торцовую диаграмму динамич. усилий, на основании к-рой производится затем тарирование вальца балансировочными грузами и окончательное их укрепление после вторичной проверки. На дражных вальцах производится нарезка рифлей на специальных вальцезрезных станках (см.). Качество современных чугунных вальцов настолько



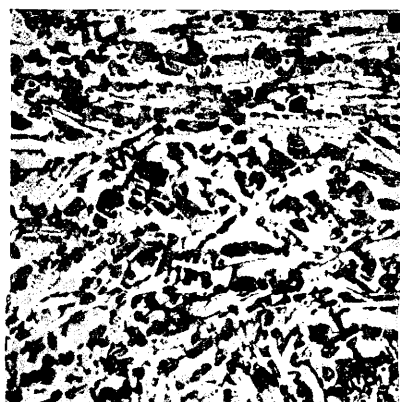
Фиг. 6.

\* См. фиг. 1, 2 на отдельном листе.  
\*\* См. фиг. 3, 4 на отдельном листе.

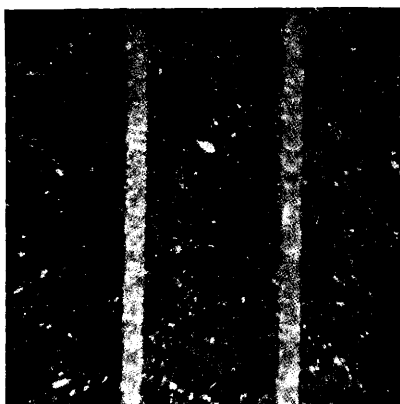
\* См. фиг. 5—12 на отдельном листе.



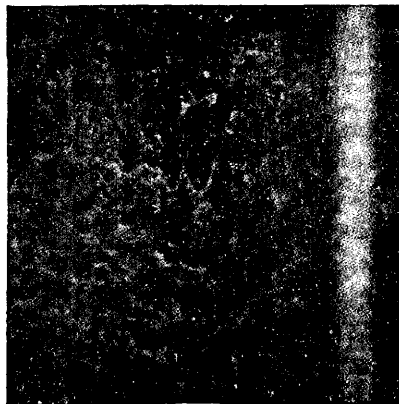
1



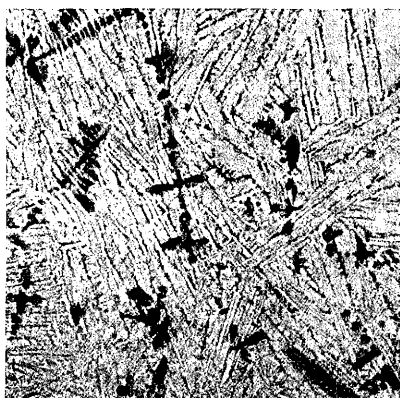
2



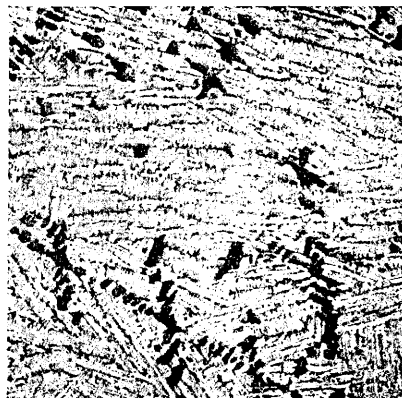
3



4

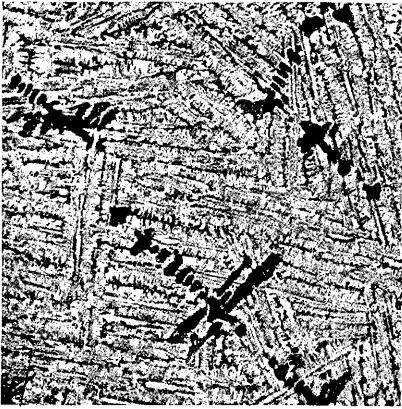


5



6

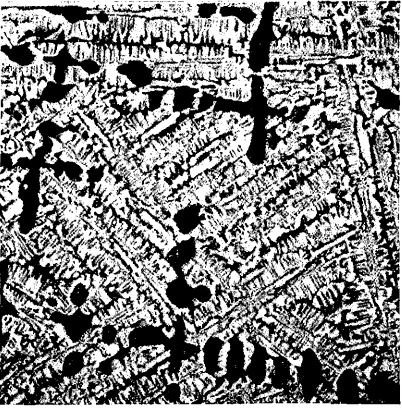
1. Чугун коксовой плавки,  $\times 100$ . 2. Чугун древесноугольной плавки,  $\times 100$ . 3. Поверхность вала при плавке в вагранке,  $\times 25$ . 4. Поверхность вала при плавке в электрической печи,  $\times 25$ . 5. Шлиф на глубине 0,5 мм,  $H_{Br} = 500$ ,  $\times 100$ . 6. Шлиф на глубине 3 мм,  $H_{Br} = 522$ ,  $\times 100$ .



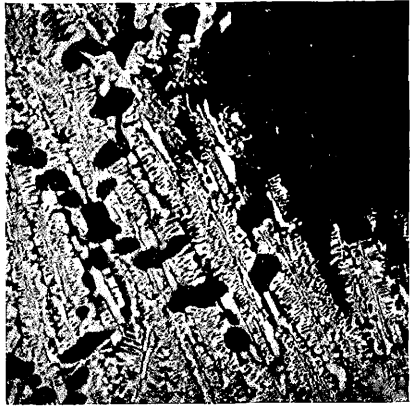
7



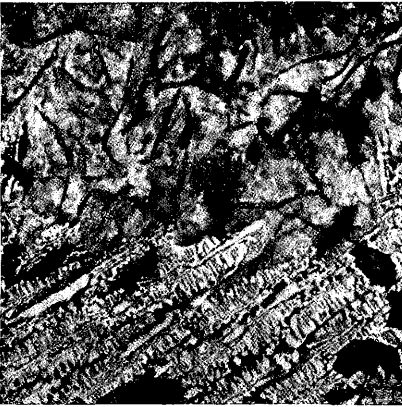
8



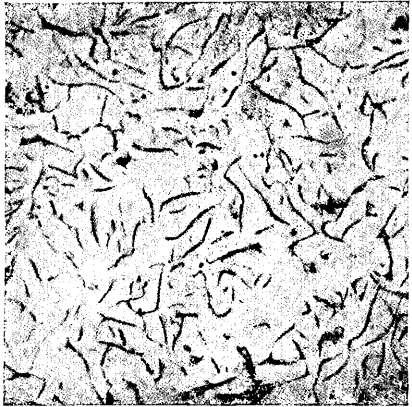
9



10



11



12

7. Шлиф на глубине 7 мм,  $H_{Br} = 510$ ,  $\times 100$ . 8. Шлиф на глубине 13 мм,  $H_{Br} = 484$ ,  $\times 100$ . 9. Шлиф на глубине 20 мм,  $H_{Br} = 477$ ,  $\times 100$ . 10. Шлиф на глубине 28 мм,  $H_{Br} = 353$ ,  $\times 100$ . 11. Шлиф на глубине 31 мм,  $H_{Br} = 235$ ,  $\times 100$ . 12. Шлиф на глубине 36 мм,  $H_{Br} = 160$ ,  $\times 100$ .

высоко, что они совершенно вытеснили широко применявшиеся в конце прошлого столетия фарфоровые вальцы.

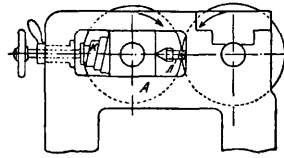
В зависимости от назначения В. с. устанавливаются рифленые вальцы (см. *Риф-м*) на дранных станках, производящих помол зерна на крупку, и гладкие вальцы — на размольн. станках, измельчающих крупку в муку. Диаметр вальцов европейских заводов колеблется в пределах от 220 до 350 мм для рифленых вальцов и от 250 до 300 мм для гладких; вальцы америк. з-дов имеют диаметр от 150 до 300 мм. Минимальный диаметр вальцов определяется тем, что для втягивания продукта между вальцами необходимо, чтобы угол захвата продукта был меньше угла трения продукта и рабочей поверхности. Для круп при чугунных приработавшихся вальцах угол трения  $\varphi$  равен  $17^\circ$ , при фарфоровых вальцах —  $20^\circ$ . Чрезмерное увеличение диаметра вальцов нежелательно, так как при этом имеет место длительное нахождение продукта между мелющими поверхностями и теряется преимущество однократного воздействия на размалываемый продукт.

Окружная скорость вальцов, работающих в паре, всегда делается неодинаковой. Отношение скоростей колеблется в пределах от 1,1:1 до 5:1 в зависимости от назначения станка, при чем большие различия в скоростях имеют место при дранном процессе, меньшие — при размольном. Медленно вращающийся валец подводит продукт к быстро вращающемуся, который производит срезывание (острыми гранями рифлей в дранном процессе) верхнего слоя частицы или скалывание ее (при гладких размольных вальцах), чем избегается смятие и раздавливание продукта, вредящие его качествам и увеличивающие расход силы на размол. Абсолютная окружная скорость вальцов в европейских станках достигает 3—4,5 м/сек, в американских 5,5—6,5 м/сек.

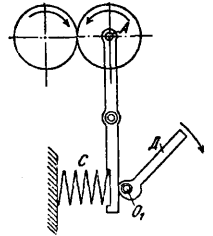
Передача движения к вальцам — обычно ременная на шкивы, насаженный непосредственно на вал одного из парных вальцов. От вальца к вальцу в европейских конструкциях применяется исключительно зубчатая передача, часто с елочным или шахматным расположением зубьев. в американских вальцовых станках — ременная. Преимущество зубчатой передачи — точное сохранение дифференциала скоростей вальцов; недостаток — ухудшение работы зубчатой передачи при износе вальцов, влекущем за собой необходимость сближения их осей. Главное неудобство ременной передачи от вальца к вальцу — трудность сохранения точного передаточного числа оборотов (вследствие скольжения постепенно ослабевающего ремня) — успешно устраняется американскими конструкторами устройством натяжного приспособления. Преимущества ременной передачи — плавный и бесшумный ход станка.

Для регулирования расстояния между вальцами один из подшипников делается подвижным. Во избежание поломок, в случае попадания в вальцы случайных металлич. предметов (гвозди, гайки и т. д.), подвижной валец снабжается податливым нажим-

ным приспособлением, позволяющим вальцам раздвигаться. В нажимных приспособлениях прямого действия (фиг. 7а) подшипники подвижного вальца *A* сильной пружиной *к* прижимаются к ввинчиваемому

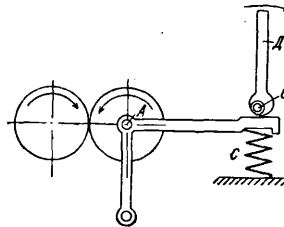


Фиг. 7а.

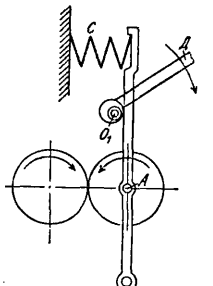


Фиг. 7б.

в станину упорному болту *л*, при помощи которого можно установить любое расстояние между вальцами. В нажимах рычажного типа (фиг. 7б и фиг. 8а и 8б) усилие пружины *C* передается подвижным подшипникам *A* при помощи рычагов первого или второго рода. Рычаг опирается на эксцентрик *O*, с неподвижной, связанной со стальной осью вращения; регулирование расстояния между вальцами достигается вращением эксцентрика при помощи рукоятки *Д* с остановом, позволяющим фиксировать требуемое положение подвижного вальца.



Фиг. 8а.

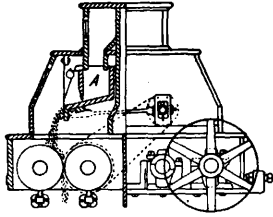


Фиг. 8б.

Выгоды рычажного типа нажимов — возможность применять более слабые пружины и быстро выводить вальцы из рабочего положения одним поворотом рукоятки эксцентрика. В силу этого рычажная система нажимов получила преимущественное применение в большинстве современных конструкций вальцовых станков как европейских, так и американских.

Питание В. с. должно быть непрерывным, постоянным и равномерным по всей длине вальцов; подача продукта («сыпь») на мелющие поверхности должна регулироваться автоматически. Неравномерность подачи вызывает излишний расход силы на размол и либо дает отчасти переработанный продукт, либо мнет и раздавливает его вследствие чрезмерного нажима. Для равномерного распределения продукта по всей длине мелющих поверхностей, применяются питающие приспособления по типу встряхиваемых ковшей, к-рые применяются в зерновых поставах, или роликное питание с подачей продукта при помощи одного или двух вращающихся роликов (валиков). Первый тип питающего

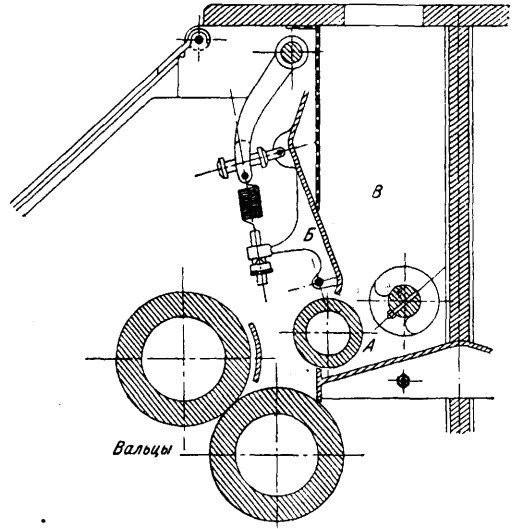
механизма встречается лишь в американских конструкциях В. с. (фиг. 9). Число колебаний питающего ковша *A* достигает 200—250 в минуту. Европейские конструкторы



Фиг. 9.

дают принудительное питание (фиг. 1, *A* и *B*). В этой системе продукт из распределительной коробки поступает в неподвижный ковш, откуда через узкую продольную щель он попадает на первый (подводящий) ролик и по нему скатывается на второй (питающий), а с этого последнего уже попадает на вальцы (*B* и *B*<sub>1</sub>). Питающие ролики снабжают рифлями (преимущественно продольными) в виде остроугольных или полукруглых канавок. Роль вращающихся питающих роликов заключается в выравнивании толщины непрерывной ленты продукта, как бы в вытягивании ее. Подводящий ролик обычно имеет диаметр от 120 до 140 мм и окружную скорость до 0,33 м/сек, питающий — меньший диам. 60—80 мм, но большую окружную скорость — до 0,75 м/сек. Двухроликное питание в американских В. с. не встречается. Однороликное питание (фиг. 10 и 11, *A*) применяется и европейск. и американскими конструкторами с вполне удовлетворительными результатами. Недостатком питающих устройств с роликной принудительной подачей продукта является наличие неподвижных подводящих щитков, не подвергающихся очистке непрерывным сотрясанием (как это имеет место при свободном питании при помощи встряхиваемых ковшей); вследствие этого при влажном зерне на них часто образуются неподвижные островки переработанного продукта, разбивающие его непрерывную ленту на отдельные струи. Требуемая интенсивность подачи продукта регулируется обычно изменением

ширины питающей щели встряхиваемого или неподвижного ковша. Для сохранения постоянства заданного режима питания существуют автоматические устройства, действующие таким образом, что с возрастанием давления продукта на подвижной щиток



Фиг. 10.

(фиг. 10, *B*), образующий стенку питающего ковша (фиг. 10, *B*), рычажная передача уменьшает ширину питающей щели.

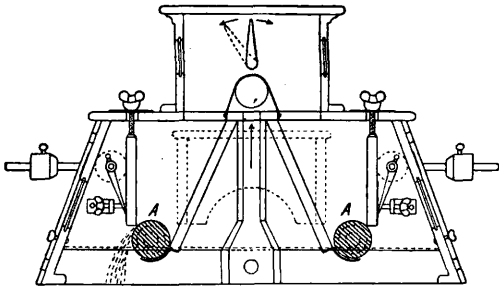
Производительность В. с. и расходная ими мощность подсчитываются на основании эмпирич. данных, т. к. существующие теоретические формулы (проф. Афанасьева, Кика, Зворыкина) выведены в предположении одинаковой скорости обоих вальцов и освещают общую картину процесса размола, не учитывая явлений скалывания и срезывания зерна, имеющих место при неодинаковой скорости вальцов. В помещенной здесь таблице даны средние величины

Средняя производительность вальцовой пары в кг в час и необходимая мощность в л.с.

Рабочая поверхность	Рифленные вальцы											Гладкие вальцы		
	Продукт													
	Род помола													
	Размер вальцов													
Длина вальцов в мм	Высокий		Полувысокий			Разовой			Высокий			Размол крупок и дунстов		
	220	250	220	250	300	250	300	350	250	300	350	250	300	350
Производительность вальцовой пары в кг в час														
490	700	800	500	600	700	500	600	700	300	400	500	250	300	400
500	800	900	600	700	800	600	700	800	400	500	600	300	400	500
600	900	1000	700	800	900	700	800	900	500	600	700	350	500	600
700	1200	1200	900	900	1000	800	900	1000	600	700	800	400	600	700
750	1250	1300	950	950	1100	850	950	1100	650	750	900	450	650	750
800	1300	1400	1000	1000	1200	900	1000	1200	700	800	1000	500	700	800
900	1400	1500	1200	1300	1400	1100	1200	1300	800	900	1100	600	800	1000
1000	1600	1700	1400	1500	1600	1200	1300	1500	900	1000	1200	700	900	1200
1200	1800	1900	1600	1700	1800	1300	1400	1700	1000	1200	1400	—	—	—
1500	—	2200	—	1900	2000	1400	1500	1900	1100	1400	1600	—	—	—
Мощность в л.с. на 100 мм длины вальцовой пары	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6

производительности пары валцов, выведенные на основании данных европ. з-дов. Производительность дранных (рифленых) валцов следует относить к первому пассажиру; производительность гладких валцов относится к разному количеству полных оборотов дунстов; при вымолоте оболочек (темных дунстов) производительность на 10—15% ниже. Производительность валцов американского В. с., при соответственно большей их скорости, на 25—40% выше.

В мельничной практике принято выражать производительность в более удобном для производственных расчетов виде, а именно—как рабочую длину валцов (для различных типов помола и последовательных пассажей), приходящуюся на единицу суточной производительности мельницы, или как допустимую на единицу длины валцов величину суточной производительности. Эти-то величины не дают истинных количеств пропускаемого через валцы продукта, так как при всяком сложном



Фиг. 11.

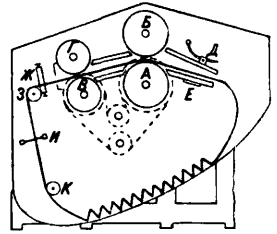
помоле (повторительном, полувысоком, высоко) имеет место, с одной стороны, промежуточный отбор достаточно измельченного готового продукта, с другой—неоднократный возврат не вполне переработанной части продукта на мелющие системы; т. о. лишь первый, дранный пассаж пропускает в действительности количество продукта, равное производительности мельницы.

Лит.: Козьмин П. А., Муком.-крупяное производство, М., 1926; Зворыкин К., Курс по муком. производству, Харьков, 1894; Афанасьев П., Муком. мельницы, 2 изд., Москва, 1883; Baumgartner F., Selbstunterricht für Müller und Mühlenbauer, Leipzig, 1924; Kettenbach F., Katechismus für Müller und Mühlenbauer, Lpz., 1924; Kieck F., Die Mehlfabrikation, Lpz., 1894; Creydt H., Aus der Praxis d. Hartgusswalzenfabrikation, «Zeitschrift f. d. ges. Mühlenwesen», Frankfurt a/M., 1927, April, H. I. В. Луньянов.

**ВАЛЬЯН**, отдельная часть некоторых машин текстильного производства, представляющая собою цилиндр с игольчатой или какой-либо иной обрабатывающей поверхностью. В пряде и вальян—цилиндр кардочесальных машин, обтянутый кардой (игольчатой лентой). В ткачестве—цилиндр, набирающий ткань на ткацкие станки. См. *Прядение и Ткацкое производство*.

**ВАЛЯЛЬНАЯ МАШИНА**, машина для свойлачивания шерстяных товаров, встречается самых различных конструкций. В. м. состоит из деревянного кожуха, в к-ром находятся на соответствующих опорах: 1) механизм для приведения в движение машины,

состоящий из привода, насаженного на вал А, от к-рого движение передается валу В; 2) механизм для направления движения товара, состоящий из свободно вращающихся валиков К и З, неподвижной площадки Е и пальцев И, через к-рые проходит товар; 3) механизм для уваливания товара по ширине в виде главных валов машины А, Б, В, Г и вертикально поставленных валиков Ж (товар уваливается по ширине и при прохождении через пальцы И); 4) механизм для уваливания товара по длине в виде подвижного рычага Д, задерживающего движение товара своей тяжестью или при помощи наложенных на него грузов, если рычаг не связан с приспособлением для механического регулирования нажима.



Кроме приведенного типа В. м., служащих чаще всего для уваливания шинельных сукон, для легких товаров конструируются машины с одной парой главных валов, пользующиеся наибольшим распространением в суконном производстве. Наконец, встречаются машины с одним нижним и тремя верхними валами или же с одним нижним и двумя верхними валами.

В. м. для войлоков, называемые в практике стиральными машинами (см. *Войлочное производство*, фиг. 3), работают по принципу удара. Деревянные молоты, производящие удары по товару, расположены на валу машины таким образом, чтобы товар при работе сам поворачивался для получения ровной валки. В зависимости от назначения войлока (напр. для шляп) В. м. встречаются самых различных конструкций. Цилиндрическая В. м. для суконного производства расходует ок. 6 HP. Скорость вращения главных валов—от 90 до 130 об/м.

Лит.: Канарский Н., Краткий курс суконного производства, М., 1926; е го же, Шерсть и ее обработка, т. 1, ч. I—II, М., 1923—1924; Hall A., Textile Bleaching, Dyeing, Printing and Finishing Machinery, London, 1925. А. Меос.

**ВАЛЯЛЬНО-ВОЙЛОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**, см. *Войлочное производство*.

**ВАЛЯНИЕ**, см. *Войлочное производство*.

**ВАНАДИЕВАЯ МЕДЬ**, сплав из 92% меди и 8% ванадия; вводится в медные сплавы для раскисления их. Вследствие дороговизны ванадия присадку ванадиевой меди производят с таким расчетом, чтобы в сплаве остающееся количество ванадия ограничилось 0,4—0,5%. Добавка ванадия способствует увеличению плотности и тягучести сплавов.

Ванадиевая латунь—сплав с содержанием меди 69—71%, цинка ок. 29—30%, ванадия до 0,5%, других примесей, за исключением висмута и сурьмы, уменьшающих пластичность сплава,  $\geq 0,3\%$ . Сплав, содержащий меди 61—62%, цинка 36—38%, ванадия около 0,5% и  $\geq 1\%$  олова, часто называют ванадиевой бронзой, тогда как и в этом случае сплав представляет собою лишь специальную латунь. Сопротивление на разрыв ванадиевых латуней достигает



55—56 кг на 1 мм<sup>2</sup> при удлинении до 25%. Ванадиевая лагуна применяется для ответственных фасонных отливок.

**ВАНАДИЕВАЯ СОЛЬ**,  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ , легко получается из растворов солей ванадиевой к-ты мета-, орто- и пиростроения (ванадатов) прибавлением нашатыря, вследствие трудной растворимости аммонийной соли ванадиевой кислоты (см. *Ванадий*). Полученная т. о. соль легко очищается перекристаллизацией из аммиачных растворов. Раствор В. с., вследствие наступления гидролиза, со временем желтеет. Растворимость ее в воде на холоду равна 1%. Употребляется В. с. при крашении и печатании черным анилином и другими аналогичными красителями в качестве катализатора.

**ВАНАДИЕВАЯ СТАЛЬ**, специальная сталь, содержащая ванадий в количестве 0,10—0,25%, максимум—0,40%. Введением V достигается общее улучшение качеств металла. Собственно В. с. (т. е. не содержащая других, кроме V, специальных элементов) применяется в технике сравнительно мало, но введение 0,10—0,40% V в специальные стали, содержащие один или несколько специальных элементов (хромованадиевая, хромоникель-ванадиевая, быстрорежущая и друг.), вполне установилось и получает все большее распространение. В быстрорежущих сталях различных марок V вводится в количествах от 0,10 до 2,25%. Применение В. с. весьма распространено в Америке для ответственных паровозных поковок и отливок; состав: 0,25—0,45% С, 0,15—0,20% V. Паровозные рамы, литые, отливаются из стали, выплавленной в мартеновской печи на кислом или основном поду. Они должны иметь по спецификации: 0,20—0,30% С, 0,20—0,30% Si, 0,50—0,70% Mn, не менее 0,16% V, не больше 0,05% S, не больше 0,05% P. Рамы обязательно отжигаются при 950°; охлаждение с печью до 650° и выдержка на воздух не ниже чем при 550°.

Испытание образца от отожженной отливки, вырезанного из прилива  $d=0,505''$  и  $l=2''$ , должно давать: временное сопротивление 49—60 кг/мм<sup>2</sup>, предел текучести 28—35 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение 25%, сжатие 45%. Опытные рельсы Cambria Steel Co имеют в своем составе: 0,54—0,57% С, 0,15—0,17% V; испытание этих рельсов параллельно с нормальными углеродистыми (0,72—0,80% С) показало значительно лучшее качество их при испытании на разрыв, излом ударом и на истирание.

В Америке и Европе в инструментальную углеродистую сталь высшего качества вводится 0,10—0,25—0,50% V. Ванадий, введенный в расплавленный металл, оказывает весьма сильное раскисляющее действие, очищает от азота, а потому дает более плотный металл. V, оставшийся в отвердевшем сплаве как составная часть, значительно улучшает механич. качества металла (сравнительно с не содержащим V): при испытании на разрыв, при заданном сопротивлении разрыву, предел текучести и сжатия выше; при испытании на хрупкость ударом и повторными нагрузками (на усталость) В. с. дает значительно лучшие результаты (при заданном сопротивлении разрыву); она

хорошо куется, сваривается и закаливается (меньше случаев трещин). Инструментальная сталь с V в закаленном состоянии лучше выдерживает толчки и имеет большую работоспособность в более тяжелых условиях работы. При введении V в количестве 0,2% образуется твердый раствор V в железе—ванадиевый феррит, который сравнительно с ферритом углеродистой стали имеет мелкозернистую структуру; перлит В. с. теряет пластинчатый характер и делается точечным (сорбитообразным). При повышении содержания V образуется карбид состава  $\text{V}_4\text{C}_3$ . Критические точки В. с. сравнительно с углеродистой немного повышены (10°); процессы распада и образования твердого раствора протекают более инертно. Вследствие большой цены феррованадия введение V в сталь значительно повышает ее стоимость, а потому применение ее имеет смысл лишь для более ответственных частей и инструментов (напр. для паровозных отливок, инструментальной стали). Как металл высококачественный и высокой цены В. с. готовится из чистой шихты, в случае больших количеств (для паровозов)—в мартеновских печах (кислых или основных); инструментальная сталь всех марок, хромованадиевая и другие специальные стали—в электропечах и тиглях. Ванадий вводится в виде феррованадия, содержащего нормально V от 35 до 40%. Присадка делается в печь после введения других добавочных частей, а также в жолоб или ковш; в тигельном же процессе—в шихту. Введенный V действует как раскислитель, и большая часть его окисляется, «угарает» и уходит в шлак. Ковка В. с. производится в тех же условиях, как углеродистой, с тем же содержанием С; однако, в виду большей ценности стали, предосторожности против порчи в нагретом (достаточно постепенно) и под молотом д. б. соблюдаемы более тщательно.

В. с. (без других специальных элементов) применяется в большинстве случаев после отжига (поковка и отливка), а иногда без какой-либо термической обработки (рельсы, поковки). Специальные стали, содержащие V, применяются обязательно в термообработанном виде (закалка с отпуском), только в таком случае металл получает высокие качества, необходимые для наилучшего использования его. Термообработка, т. е. закалка и отпуск, делаются так же, как и углеродистой стали; как на особенность надо указать на достаточно медленный нагрев в виду инертности процессов образования твердого раствора. Закаливающей средой может быть вода, нефть или льняное масло.

Применение V как специального вводимого в сталь элемента началось с 1896 года. С 1905 г. в Перу начаты большие разработки ванадиевых руд, поэтому выплавка феррованадия и применение ванадиевой стали особенно распространены в Америке.

Лит.: P ü t z P., «Metallurgie», Halle a/S., 1906, Jg. 3, p. 635; P o r t e v i n M. A., «Revue de Metallurgie», P., 1909, t. 6, p. 1354; «The Foundry», Cleveland, 1910, v. 37, 4, p. 137; «The Iron Trade Review», Cleveland, 1914, p. 713.

**ВАНАДИЙ**, V, ат. вес 51,0; ат. номер 23; очень твердый металл цвета стали, уд. вес 6,69,  $t_{\text{пл.}}$  около 1715°, теплоемкость 0,124,

ат. теплоемкость 6,4. Соединения В. в малых количествах широко распространены в природе: в бокситах, глинах, песчаниках, а также в медных, свинцовых, кобальтовых и железных рудах. В последние годы В. был найден в ряде титанистых железняков и фосфористых лимонитов, а также в некоторых асфальтах и углях. Далее ванадий можно найти в соде, поташе, едком натре; присутствие его замечено даже в свекле, вине, дереве и в крови некоторых животных. В качестве главной составной части ванадий входит в следующие минералы: 1) деклуазит  $4(\text{Pb}, \text{Zn})\text{O} \cdot \text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; 2) мотрит  $(\text{VO}_2)_2(\text{Cu}, \text{Pb})(\text{CuOH})_4$ ; 3) пухерит  $\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot \text{V}_2\text{O}_5$ ; 4) ванадинит  $\text{сост. } 9\text{PbO} \cdot 3\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{PbCl}_2$ , красные кристаллы гексагональной системы; ванадинит встречается в С.-А. С. Ш. (Колорадо), Мексике, Чили, Ла-Плате, Испании (Эстремадура); 5) роскелит  $\text{Si}_{12}\text{O}_{38}(\text{Al}, \text{V})_4(\text{Mg}, \text{Fe})\text{K}_2\text{H}_8$ , слюда, встречается в Колорадо и Калифорнии, содержит до 3% В; 6) карнотит  $(\text{VO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{K}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , находится в Paradox Valley (Колорадо) в виде желтой кристаллич. массы, включенной в песчаник, содержит до 5%  $\text{V}_2\text{O}_5$  и 3%  $\text{U}_3\text{O}_8$ ; 7) патронит  $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 (\text{Fe}, \text{V}, \text{S}, \text{Mo})$ , серая аморфная масса, уд. веса 2,46, содержит 32,8% В, разрабатывается крупной компанией Vanadium Corporation of America, Minasragra (Перу).

Карнотит и патронит являются в настоящее время источниками получения В. и его сплавов; из карнотита добываются также уран и радий. В СССР известны три месторождения ванадия: в виде фольборрита  $\text{VO}_4(\text{Cu}, \text{Ca})\text{CuOH}$ —в пермских песчаниках зап. склона Урала, в виде урано-ванадиевой руды—в Кокандском округе на перевале Тюя-Музын, в 50 км от г. Ферганы (месторождение разрабатывается также на радий) и в виде ванадатов меди и никеля—в Кокандском округе по реке Испайрану, около села Вуадиль.

Мировая добыча ванадия (количество металла в руде) в тоннах.

Страны <sup>1)</sup>	1912 г.	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.
С.-А. С. Ш. . . .	722	24	57	—	128
Перу . . . . .	768	2	354	629	171
С. Родезия . . .	—	13	23	89	107
Брит. Ю.-З. . .	—	—	—	—	—
Африка . . . .	—	51	83	167	251
С.-в. Африка . .	—	—	3	—	—
Всего . . . . .	1490	90	520	885	657

Свойства В. и его соединений. Металлическ. В. при обыкновенной  $t^\circ$  не изменяется на воздухе, но при накаливании легко сгорает. Вода, бромная вода, водные щелочи, соляная и серная к-ты на него не действуют. Плавиновая к-та, горячая концентрированная серная и азотная к-ты и царская водка растворяют его, давая зеленые растворы. Расплавленные щелочи, поташ и селитра также растворяют В. и образуют соли ванадиевой к-ты. Металлич. В. восстанавливает окисные галогидные соли ртути, меди и железа—в закисные. В. выделяет золото, серебро, платину из растворов солей этих металлов. Будучи расположен

в пятой группе менделеевской системы, В., подобно азоту, образует пять степеней окисления:  $\text{V}_2\text{O}$ ,  $\text{VO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_3$ ,  $\text{VO}_2$  ( $\text{V}_2\text{O}_4$ ),  $\text{V}_2\text{O}_5$ , получаемых одна из другой окислением (или восстановлением); первые три окисла являются основными окислами и дают с кислотами соли;  $\text{VO}_2$  и  $\text{V}_2\text{O}_5$  имеют амфотерный характер; с сильными кислотами они образуют соли, с сильными же основаниями дают соли гипованадиевой и ванадиевой кислот. Соединения В. являются сильными ядами. 1)  $\text{V}_2\text{O}_3$ —окись трехвалентного В. получается восстановлением  $\text{V}_2\text{O}_5$  водородом или углем при  $t^\circ$  красного каления в виде черного порошка; на воздухе  $\text{V}_2\text{O}_3$  окисляется уже при обыкновенной  $t^\circ$ , переходя в четырехокись. Соли трехвалентного ванадия сходны по свойствам с соответствующими солями хрома: водные растворы их зеленого цвета; они, подобно соответствующим хромовым соединениям, образуют квасцы и могут быть восстановлены до  $\text{VO}$ . 2)  $\text{V}_2\text{O}_4$ —четыреокись В. получается окислением  $\text{V}_2\text{O}_3$  или осторожным восстановлением  $\text{V}_2\text{O}_5$  при действии сернистого газа или шавелевой кислоты и имеет вид синего кристаллич. порошка, растворяющегося с таким же цветом в к-тах, образуя соли т. н. ванадила (напр.  $\text{VOCl}_2$ ,  $\text{VOSO}_4$ ); с водой она образует гидраты  $\text{V}_2\text{O}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{V}_2\text{O}_4(\text{OH})_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; с сильными щелочами она дает соли гипо- и метаванадиевых к-т, например  $(\text{NH}_4)\text{VO}_3\text{K}_2\text{V}_4\text{O}_9 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  и др.; растворы их имеют темнокоричневый цвет. 3)  $\text{V}_2\text{O}_5$ —пятиокись ванадия, или ангидрид ванадиевой кислоты, получается путем прокаливании ванадиевокислого аммония в открытых тиглях;  $\text{V}_2\text{O}_5$  представляет собой темнокрасную, плавкую массу, мало растворимую в воде (0,8%). По отношению к плавиновой к-те  $\text{V}_2\text{O}_5$  ведет себя как основание, образуя соль  $\text{VF}_5$ ; с соляной кислотой образует основную соль—хлорокись ванадия, получаемую, впрочем, обычно путем прокаливании смеси  $\text{V}_2\text{O}_5$  с углем в струе хлора; по отношению к щелочам  $\text{V}_2\text{O}_5$  играет роль кислотного ангидрида, образуя, подобно фосфорному ангидриду, ряд солей ванадиевых к-т: метаванадиевой к-ты  $\text{HVO}_3$ , оргованадиевой к-ты  $\text{H}_2\text{VO}_4$ , пированадиевой к-ты  $\text{H}_4\text{V}_2\text{O}_7$ . Наибольшее значение имеет аммонийная соль метаванадиевой кислоты  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ , образующаяся в виду ее малой растворимости при прибавлении  $\text{NH}_4\text{Cl}$  к раствору других солей ванадия.

Ванадаты железа, кобальта, никеля, свинца (неопределенного состава) получают при осаждении растворимых ванадатов растворами солей железа, никеля и т. д. При восстановлении ванадата железа получается непосредственно феррованадий—сплав железа с ванадием. Технич. значение имеют главн. обр. сплавы В. с другими металлами. Поэтому при извлечении В. из руд обычно стремятся получить ванадиевокислое железо или окислы В.; эти соединения м. б. непосредственно использованы при получении ванадиевых сплавов. Способы, которыми пользуются на практике для получения ванадиевых соединений из руд, весьма различны в зависимости от исходного материала. 1) Если исходят из ванадинита,

то руду сплавляют в электрич. (или другой) печи с углем и содой; получающийся шлак, содержащий весь В., кремнекислоту, алюминий и т. д., отделяют от металлич. свинца, вновь сплавляют с прибавкой селитры и сплав выливают для измельчения в воду; измельченный шлак выщелачивают водой и после этого осаждают кремнекислоту прибавлением либо ванадиевой кислоты ( $V_2O_5$ ), либо солей алюминия, либо, наконец, осторожным прибавлением серной к-ты. Из отфильтрованного в фильтрпрессах раствора осаждают ванадиевокислый аммоний углекислым аммонием и нашатырем. При прокаливании  $NH_4VO_3$  или при прибавлении к его раствору серной кислоты получается  $V_2O_5$ ; ванадат железа, идущий непосредственно на изготовление сплава, можно также осадить прибавлением железного купороса. 2) Для извлечения В. из карнотита руду, обогащен. до содержания 14—16% В., сплавляют с 3 ч. едкого натра при  $t^\circ 200—300^\circ$  и извлекают горячей водой. Полученный раствор ванадата натрия осаждают железным купоросом. Остающийся после водной вытяжки осадок утилизируют для получения урана и радия. 3) Патронит сплавляют с прибавкой флюсов в пламенной печи; содержащиеся в нем в виде примесей железо, медь, никель, молибден при этом отделяются; измельченный шлак, состоящий гл. обр. из ванадиевых соединений кремнекислоты, из Mg и Al, непосредственно идет на получение феррованадия.

**С п л а в ы В.** Чистый В. не имеет технич. применения; он идет для изготовления высокопрочной стали—феррованадия. Последний получается алюминотермическ. путем: смесь, состоящая из патронитового шлака, железа и мелко раздробленного алюминия, нагревают, с прибавлением буры и плавикового шпата, в тигле из окиси магния до красного каления, после чего воспаменяют зажигательной смесью (см. *Алюминотермия*); смесь сильно разогревается ( $1100^\circ$ ), и после остывания образуется металлический король феррованадия. При производстве феррованадия в больших количествах пользуются шахтной печью (2,8 м высоты), в к-рой получают сразу 57 000 кг сплава. Развивающаяся при этом  $t^\circ$  в 2 500—2 800 $^\circ$  позволяет прибавлять более тугоплавкие флюсы, а это дает возможность утилизировать также и менее чистые сорта исходного материала. В последнее время феррованадий получают и непосредствен. сплавлением его окислов с углем в электрич. печи. Цена на В. в виде сплава доходила в 1920 г. в Нью-Йорке до 25 р. за кг. Из других сплавов В. имеют применение сплавы с медью, никелем и алюминием.

**П р и м е н е н и е.** Наибольшее применение ванадий имеет при изготовлении высокопрочной стали. Ванадатом аммония  $NH_4VO_3$  пользуются в качестве окислительного катализатора при крашении черным анилином. Соединения В. входят в состав различных катализаторов при разнообразных реакциях окисления, например для получения серной кислоты, перборатов, хлоратов, при окислении углеводов, и т. д. Соли ванадиевой кислоты применяются в каче-

стве медикаментов при лечении туберкулеза. Ванадиевосерная кислота служит реактивом на алкалоиды.

*Лит.:* Годовой обзор минер. ресурсов СССР за 1925/26 г., Л., 1927; Ephraim F., Das Vanadium u. seine Verbindungen, Stuttgart, 1904; Fester G., Die chemische Technologie d. Vanadins, Stuttgart, 1914; Häning A., Das Vanadium u. seine Bedeutung f. Eisen- u. Stahlindustrie d. Zukunft, B.—Wien, 1918; Menzinger H., Die quant. Untersuchungsmethoden des Molybdäns, Vanadiums u. Wolframs, B., 1913; Seth R., Vanadium in Iron Ores and its Extraction, «Eng. and Min. J.», N. Y., 1925, v. 120, 2, p. 51—56; Hess F. L., Radium, Uranium a. Vanadium Min. Ind., p. 629—633, N. Y., 1925; Parsons, Moore, Lind, Schaefer, Extraction a. Recovery of Radium, Uranium a. Vanadium from Carnotite, Bureau of Mines, Bull. 104, Wash., 1916; Moore and Kithil, A Preliminary Report on Uranium, Radium and Vanadium Bureau of Mines, Bull. 79, Wash., 1913. **А. Моносов.**

**ВАНГРЕС**, или передний горн, устраивают при шахтных медноплавильных печах и редко (в случае цинковых шлаков) при печах свинцовоплавильных. Вангрес состоит из железного кожуха круглого, овального или прямоугольного сечения, выложенного внутри огнеупорным материалом (динас, тальковый камень, магнезитовый кирпич). Продукты плавки—штейны и шлаки—поступают по расплавлению из печи в В., где происходит разделение их по уд. весу: более легкие шлаки занимают верхний слой, а штейн—нижний. Шлаки стекают обычно по лоткам, расположенным в верхней части вангреса, в шлаковые тележки и в них отвозятся в отвал или гранулируются струей воды. В нижней части В. снабжен отверстиями для периодическ. спуска штейна.

В. бывают подвижные (на колесах) и неподвижные. Размер В. обычно 2—4 м<sup>3</sup> на 100 т шихты, переплавляемой в 24 часа. См. *Медь и Свинец*.

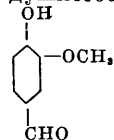
*Лит.:* Hofmann H. O. and Hayward C. R., Metallurgy of Copper, N. Y., 1924. **В. Ванюков.**

**ВАН-ДЕЙНА КОРИЧНЕВАЯ** состоит из окислов железа, органических веществ и бурого угля; она находит применение как акварельная, клеевая и масляная краска. Краска малоукривиста и на свету изменяет тон (темнеет).

**ВАН-ДЕЙНА КРАСНАЯ**,  $Fe(CN)_6Cu_2$ , минеральная краска, получается из железистосинеродистого калия и медного купороса; применяется больше в художественной живописи, в малярном деле—мало. Краска дорогая и малопрочная, ей предпочитают красные сорта железного сурика.

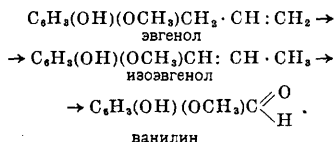
**ВАН-ДЕР-ВААЛЬСА УРАВНЕНИЕ**, см. *Газы совершенные*.

**ВАНИЛИН**, 4-окси-3-метоксибензальдегид, душистое вещество, обуславливающее запах растения ванили (*Vanilla aromatica* и другие) и покрывающее стручки этого растения характерным белым налетом. Белые игольчатые кристаллы В. имеют  $t^\circ_{пл.} 80—81^\circ$  и  $t^\circ_{кип.} 285^\circ$  (в токе  $CO_2$ ). В. легко разлагается при перегонке на воздухе, переходя в пирокатехин, растворяется в органич. растворителях, трудно растворим в холодной воде (1 : 100), легче в горячей (1 : 20). В. дает оксим ( $t^\circ_{пл.} 121—122^\circ$ ), ацетильное ( $t^\circ_{пл.} 77^\circ$ ) и бензоильное ( $t^\circ_{пл.} 75^\circ$ ) производные; окисляется в ванилиновую к-ту ( $t^\circ_{пл.} 207^\circ$ ), растворяется в едких щелочах и соединяется с бисульфитом

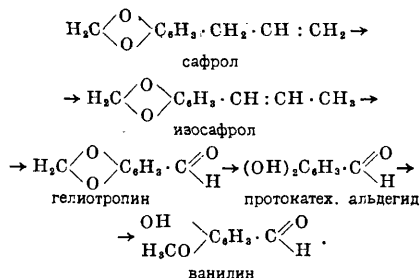


натрия. С хлорным железом В. дает синее окрашивание, с серной к-той и  $\alpha$ -нафтолом — малиновое, с серной к-той и  $\beta$ -нафтолом — зеленое. Для количественного определения В. пользуются его способностью конденсации с *n*-бромфенилгидразином. В стручках ванили содержится около 1,5—3% В., который, повидимому, образуется из глюкозида ванили в результате ферментативного процесса. В небольших количествах ванилин встречается в некоторых бальзамах (перуанский бальзам), эфирных маслах и продуктах превращения лигнина.

Для получения В. раньше пользовались ко н и ф е р и н о м (глюкозидом, встречающимся в камбияльном соке хвойных деревьев), который при окислении и последующем ферментативном расщеплении образующегося глюкованилина дает В. Способ этот был быстро вытеснен применяющимся до настоящего времени получением В. из эвгенола, к-рый переводят в и з о э в г е н о л и последний окисляют:



Окисление можно вести непосредственно (например озоном) или после предварительного ацетилирования или бензоилирования изоэвгенола (для защиты свободной гидроксильной группы). Другой способ, менее распространенный — получение В. из сафрола, который предварительно превращают в изосафрол и окисляют в гелиотропин; получаемый из последнего протокатеховый альдегид метилируется:



Наиболее распространены способы получения В. из *гваякола* (см.). Из многочисленных предложенных и запатентованных методов в технике практически применяются конденсация гваякола с формальдегидом и конденсация гваякола с хлороформом. Образующиеся по этому методу в качестве побочных продуктов *о-ванилин* (2-окси-3-метоксибензальдегид) и *изованилин* (3-окси-4-метоксибензальдегид) практического применения не находят.

В. широко применяется в пищевой промышленности, особенно при производстве шоколада; в небольших количествах В. употребляется в парфюмерном деле. В. фальсифицируют прибавлением бензойной или салициловой кислоты, ацетанилида, терпингидрата, сахара и т. п., в особенности, если он поступает в продажу в виде порошка.

Производства ванилина в СССР не имеется, потребность же в ванилине исчисляется примерно в 10 000 кг в год.

Лит.: С o h n G., Die Riechstoffe, 2 Auflage, Braunschweig, 1924; K n o l l - W a g n e r A., Syntetische und isolierte Riechstoffe, 2 Auflage, Halle a/S., 1928; P a r r y E r., Cyclopedia of Perfumery, v. 2, London, 1925.

Б. Рутковский.

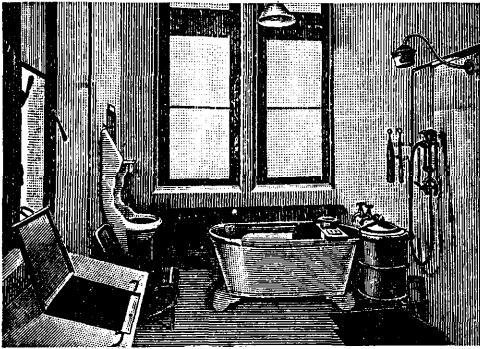
**ВАНИЛЬ**, плоды орхидеи *Vanilla planifolia*, *Vanilla pompona* и других родственных видов сем. Orchidaceae. Эти лианы (родина которых восточная Мексика) культивируются на о-вах: Вест-Индских, Маврикия, Бурбон, Ява, Мадагаскар, Сейлон, Таити и других. При культуре их размножают черенками, прикрепляемыми к коре дерева (часто какаового — *Theobroma cacao*). Черенки быстро пускают корни в кору и прочно врастают в ствол дерева. Опыление производится у культур. растений искусственным путем. Начиная с третьего года растения плодоносят до сорокалетнего возраста. Плоды В. (коробочка 15—25 см дл. и 4—8 мм шир.) собирают с апреля по июнь еще незрелыми. Если собранные плоды обрабатывают по мексиканскому (сухому) способу, то стручки вялят на солнце (ферментация), затем завертывают в шерстяную ткань и подвергают снова действию солнечных лучей (потение) до приобретения ими коричневой или серо-черной окраски. Затем стручки складывают на столах, развешивают в тенистых местах или помещают завернутыми в шерстяную ткань в огневую сушилку. По способу обработки горячей водой стручки погружают в кипящую воду на 15—20 секунд, затем складывают в кучи для потения и наконец высушивают в шерстяной ткани на солнце. Во время процесса ферментации в стручках развивается ванилин  $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{OH} \cdot \text{OCH}_3 \cdot \text{COH}$ , от которого зависит запах ванили. Содержание ванилина в стручках В. разн. видов очень различно; так, *Vanilla planifolia* содержит от 1,16 до 2,75%, *Vanilla pompona* — лишь 0,13%. В. содержит (по Кенигу) до 28,39% воды, 3,71% азотистых веществ, 0,62% эфирного масла, 8,19% жира и воска, 7,72% сахара, 28,78% безазотистых экстрактивных веществ, до 2,75% ванилина, 17,43% клетчатки и 4,78% золы. При хранении В. иногда покрывается игольчатыми кристалликами ванилина (кристаллическ. ваниль). Лучшая ваниль получается с о-ва Бурбон и о-ва Соединения; яванская ниже по качеству, чем бурбонская; самым низким сортом является В. с Таити. Сорта В. с малым содержанием ванилина (*V. pompona*, *V. palmarum* и пр.) употребляются только для парфюмерных целей. В. фальсифицируется обработкой предварительно экстрагированных спиртом плодов перуанским бальзамом, маслом акажу, раствором бензойной к-ты, посыпанием порошком стекла, ацетанилидом или бензойной к-той или примешиванием плохих стручков ванили и даже других схожих плодов. Мировая добыча ванили составляет около 400 т в год.

Лит.: Керн Э., Деревья и кустарники, М., 1925; Fruwirth C., Handbuch d. landwirtsch. Pflanzenzüchtung, 2 Aufl., B. 5, Lpz., 1923. Ф. Церветтинов.

**ВАННЕРА ПИРОМЕТР**, см. *Пирометр*.

**ВАННОЕ ПОМЕЩЕНИЕ**, специально оборудованное для принятия ванн и душей,

является, по современным гигиеническим воззрениям, необходимой принадлежностью больницы, ф-к и з-дов, гостиниц и жилых домов. В зависимости от характера обслуживаемого учреждения оно м. б. оборудовано различно, но вообще должно удовлетворять следующим условиям: находиться в непосредственной близости к источнику снабжения холодной и горячей водой, иметь надлежащий сток для грязной воды, представлять достаточную защиту от холодного воздуха и сквозняка, не служить причиной загрязнения или сырости для соседних помещений и допускать полную уборку и



Фиг. 1.

чистку. На заводах помещение для душей устраивают поблизости от паровых котлов, а в больницах, в целях обеззараживания, в. п. (фиг. 1) устраивается всегда рядом с приемным помещением; больному выдается больничная одежда, а его вещи кладут в металлич. ящик с герметич. крышкой; ящик имеет другие дверцы, вне в. п., через к-рые одежду забирают для дезинфекции. Соединение в. п. с уборной, что часто практикуется в жилых домах, крайне нецелесообразно.

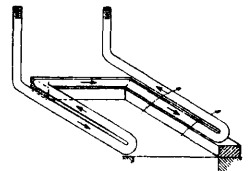
Стены в. п., для избежания сырости, обыкновенно облицовываются на высоту 1,4—1,5 м плитками на поргланском цементе, а выше — окрашиваются масляной краской. В крайнем случае вместо плиток применяется только покрытие масляной или, еще лучше, эмалевой краской. Полы в в. п. лучше всего делать из мраморного терazzo. В общественных в. п. полы часто покрывают рольными свинцовыми листами (цинковые — очень ломки) или устилают толем. В жилых домах лучшим полом для в. п. надо считать пол из метлахских плиток, которые не пропускают влаги и легко моются. Несколько хуже — цементные, и совсем не рекомендуются асфальтовые полы. Минимальной площадью пола для в. п. в частной квартире нужно считать 6 м<sup>2</sup>. В общественных местах для установки 1—3 ванн достаточна площадь пола в 10—20 м<sup>2</sup>, если допустимо одновременное принятие ванн несколькими лицами. В больницах обыкновенно одно ванное помещение обслуживает 10—15 кроватей.

Для выпуска отработанной воды в канализационную трубу служит т. н. т р а п п. Трапп простейшей конструкции представляет собой обыкновенный чугунный сифон. Отверстие раструба закрывается приверну-

той наглухо металлич. решеткой, при чем отверстия решетки д. б. круглой формы и не более 6 мм диам., для того чтобы в трубу не попадали какие-либо предметы; общая площадь отверстий не д. б. меньше площади поперечного сечения сточной трубы. Выпуск у траппов бывает обычно 50 или 100 мм, реже — 75 мм. Траппы делают чугунные, эмалированные внутри. Обыкновенно трапп снабжают вентиляционной трубой.

Установка для горячей воды в в. п. состоит: из подогревателя, резервуара для нагреваемой воды и трубопровода между ними. Системы подогревателей бывают: открытые и герметически закрытые. В последнем случае вода соединена с водопроводом или выше лежащим баком и находится под известным напором; в открытой системе вода поступает свободно. Большое распространение в в. п. жилых домов находят т. н. колонки, т. е. цилиндрич. циркуляционные печи; они делаются из тонкой листовой меди и имеют емкость 110 л при диам. 30 см и 150 л при диам. 35 см. По конструкции колонки бывают двух типов в зависимости от устройства топки. Наиболее употребительный тип представляет собой цилиндр с одной пламенной трубой внутри (для прохода топочных газов), поставленный на чугунный цоколь, в котором устроена топка. Другой, менее распространенный, более дорогой, но зато и более экономный, — с топкой внутри цилиндра. Схема действия колонки: холодная вода подводится к колонке в нижней ее части и, нагревшись, поднимается вверх, откуда трубой отводится к месту потребления.

В целях экономии для нагревания воды следует утилизировать тепло, бесполезно пропадающее (в количестве до 75—80%) при топке кухонных очагов. Для этого в кухонных плитках устраивают вспомогательные нагревательные приборы — котелки и змеевики, из которых



Фиг. 2.

подогретая вода поступает в резервуар. Котелки — медные резервуары, вмязываемые в каменные плиты. Змеевик (фиг. 2) устанавливают так, что первый его виток, куда поступает холодная вода из бака, лежит в самых нижних частях топочного пространства (в колосниковой решетке), где темп-ра наименее высока, остальные же звенья располагаются выше, благодаря чему устанавливается деятельная циркуляция воды. Змеевик не должен препятствовать тяге, для чего между змеевиками д. б. надлежащие промежутки. Части змеевиков не должны устанавливаться горизонтально, чтобы не нарушалась правильная циркуляция воды. Для облегчения очистки топки каждый лежащий выше виток д. б. шире лежащего ниже. Змеевики делаются из того же металла, что и циркуляционная сеть, но в виду возможности накипи диаметр их для малых установок не д. б. меньше 38 мм. Часто змеевики составляют из обрезков труб, соединенных помощью фасон. частей, что облегчает ремонт.

При подогревателе небольшой емкости резервуары для подогретой воды устраивают особо и устанавливают выше подогревателя; для правильной циркуляции горячей и холодной воды между ними необходимо, чтобы восходящая труба примыкала к резервуару на 30—40 см выше нисходящей.

Циркуляция воды в трубопроводе происходит следующим образом: холодная вода опускается вниз к подогревателю, там нагревается и, нагревшись, поднимается вверх к резервуару. В систему включается также и второй трубопровод — распределительный (расхожий), снабжающий приборы горячей водой. Этот трубопровод д. б. присоединяем к резервуару, но не к циркуляционному трубопроводу, во избежание нарушения правильной циркуляции в случае малой емкости нагревательных приборов по сравнению с резервуаром. Циркуляционный трубопровод состоит из двух труб: по одной — вода идет к подогревателю от резервуара, а по другой — нагретая вода поднимается к резервуару от подогревателя. В целях правильного действия циркуляционный трубопровод должен иметь по возможности меньше поворотов, меньшую длину, и падение воды от резервуара к подогревателю должно идти крупными равномерными спусками. Чем меньше диаметр трубопровода, тем больше сопротивление и тем хуже циркуляция; для малых установок диаметр не должен быть менее 25 мм.

Ванны, устанавливаемые в В. п., бывают из различных материалов: чугуна, цинка, фаянса, меди, мрамора, бетона, железобетона и даже кирпича. В лечебницах, когда требуется особенно малая теплопроводность, иногда употребляются и деревянные ванны. Ванны из каменной (например кирпичной) кладки или железобетонные облицовываются внутри изразцами или глазурованными плитками, соединенными водонепроницаемой замазкой. Лучшими и наиболее гигиенич. следует признать фаянсовые ванны, но их распространению препятствует высокая стоимость. Наиболее дешевые — это цинковые ванны, почему они и были прежде в большом ходу. Недосток цинковых ванн заключается в трудности содержания их в чистоте; в этом отношении лучше чугунные, покрытые внутри фарфоровой эмалью, а снаружи лаком или краской. Завод Металлотреста Центрального района изготовляет чугунные эмалированные ванны, которые по качеству не уступают американским. Для больниц удобны медные луженые ванны, которые можно лудить заново, тогда как потускневшая и треснувшая эмаль уже не м. б. восстановлена. В некоторых лечебных заведениях ванны, особенно из каменной кладки, часто вделываются в пол и снабжаются ступеньками. Особые приспособления и оборудования в В. п. устанавливаются для целей водолечения. Здесь ванны представляют собой резервуары, облицованные глазурованными плитками. В таких резервуарах помещаются резиновые матрац и подушка специальной кровати, которая подвешена на особом механизме, дающем возможность извлекать кровать из резервуара; специальный аппарат поддерживает

в резервуаре постоянную температуру, при чем вода обновляется от 3 до 8 раз в час.

Ванны делают вместимостью 300—400 л. Для избежания переполнения их водой на известной высоте в стенке ванны устраивается отверстие — перелив. Фаянсовые и чугунные ванны соединяются с отводными трубами помощью медных выпускков, к-рые закрываются резиновыми или медными пробками на цепочках. Краны для горячей и холодной воды одинаковые, но прокладки в кранах для горячей воды д. б. не кожаные, а из вулканизированной фибры; ручка крана — фарфоровая или деревянная. В некоторых случаях ставят краны-смесители, смешивающие горячую и холодную воду и дающие воду определенной температуры. Простейшая система такого рода смесителей — тройник, соединенный с трубами для горячей и холодной воды, которая смешивается в средней части крана.

Лит.: З в я г и н с к и й Я. Я., Домовая канализация, ее устройство и эксплуатация, 2 изд., М., 1922; Р о з е н б е р г А. В., Сооружение больниц с точки зрения белг. специалистов, «Архитектурно-художественный еженедельник», Петербург, 1914, 2; И л ь и н Л., К л е й н А., Р о з е н б е р г А., Материалы по вопросу об устройстве больниц, Петербург, 1909. **И. Запорожец.**

**ВАНТЫ**, вантина, стоячий такелаж, удерживающий корабельную мачту или стеньгу с боков. Пара вантин из стального троса петлей, образованной посередине, накидывается на верх (топ) мачты, нижние же концы крепятся при помощи винтовых талрепов к борту. Количество вантин на мачте бывает от 2 до 6 пар. Кроме назначения удерживать мачту, В. пользуются как лестницей, для чего между вантинами привязывают или деревянные перекладыни или из пенькового троса т. н. выбленки, по к-рым и ступают ногой, держась руками за самые вантины. Наименование В. приобретают от рангоута, который поддерживают: при грот-мачте — грот-ванты, при фор-стеннге — фор-стенг-ванты и т. п.

**ВАНЧЕС**, особый вид экспортных дубовых брусев с тремя отесанными гранями и четвертой округленной стороной в коре, получающихся продольной расколкой или распиловкой крупномерных дубовых кражей. В. заготавливается из здорового малосучного дубового леса. Боковые грани В. (см. фиг. на ст. 355) называются щеками, основание — подошвой, расстояние от середины подошвы до середины округленной стороны — стрелкой. Различают следующие виды В.: английский, голландский и полуванчес. Размеры их показаны в приводимой ниже таблице.

Размеры различных видов ванчеса.\*

Виды ванчеса	Длина в фт.	Подошва в дм.	Ширина щеки в дм.	Стрелка в дм.
Английский . . . .	15—24	14	8—10	12
Голландский . . . .	12—16	12—13	6—8	11
Полуванчес . . . .	6—9	5—10	5—10	7—9

\* Размеры В., как экспортного товара, даются в английских мерах.

По качеству различают следующие сорта В.: **к о р о н н ы й В.**—без всяких недостатков или с небольшими здоровыми сучьями по середине подошвы, но не по бокам, без признаков коробления, с удаленной сердцевинной и живой заболонью под корой; **п е р в ы й б р а к**—со здоровыми сучьями по бокам, наличием трещины, идущей от сердцевинны, и с незначительным присутствием сердцевины, к-рой не должно быть в самой середине В.; возможна и не совсем здоровая заболонь; **в т о р о й б р а к**—допускает наличие гнилых сучьев, небольшую кривизну и морозобоины, при условии, что  $\frac{1}{3}$  по длине В. может быть признана годной. В. идут в Англии для вагоностроения и кораблестроения.

Лит.: Арнольд Ф. К., Русский лес, т. 2, ч. II, стр. 179, СПб, 1899; Нестеров Н. С., Дерево как строительный и поделочный материал, стр. 62, М., 1905. **Н. Собранов.**

**ВАПА**, вап (*вап*). 1) В. в красильном деле—состав, содержащий гл. обр. медные соли и предохраняющий (резервирующий) набитые им места ткани, при погружении этой последней в кубиндиг, от окраски в синий цвет, так что эти места остаются без изменения цвета или окрашиваются в какой-либо отличный от синего цвет. Применение вапы основано на свойстве медных солей давать в щелочной среде окись меди, препятствующую прочной окраске волокна. В зависимости от способа работы, в ручной или машинной набивке, В. изготавливается различ. густоты. В. представляет один из частных случаев резерва, или резервата; ее особенно часто применяют в ситцепечатании. Классификация В., по цвету набитых ею мест, дана в табл.:

Классификация вапы.

Вид вапы	Состав вапы	Процесс работы. После куба ткань проводится:	Химизм процесса. В набитых местах образуется:	Цвет набитых мест
В. белая	Ярь-медянка, медный купорос, камедь, глина, клей	Через слабую серную кислоту	Окись меди, переводящая индиг в нерастворимое, не проникающее в волокно и легко удалимое соединение	Белый
В. голубая	Как В. белой, но с меньшим содержанием медных солей	То же	Как при В. белой, но индиг отчасти проникает в волокно	Голубой
В. желтая	Как В. белой, но с добавкою солей свинцовых, напр. уксуснокислых	После серной к-ты—через хромпиковую ванну	Прочно держащаяся и нерастворимая хромово-свинцовая соль	Желтый
В. ранжа	Как В. желтой	После хромпиковой ванны—через раствор извести	Прочно держащаяся и нерастворимая основная хромово-свинцовая соль	Оранжевый
В. зеленая	Как В. голубой, но с примесью свинцовых солей	Как при В. желтой	Индиг, отчасти неудаляемое, и одновременно хромово-свинцовая соль	Зеленый

2) В. в малярном деле—жидкая краска: белая В. (из белил), красная (из жженой охры), черная (из сажки и жженой кости) и т. д.; применяется для окраски стен.

3) В. в строительн. деле—раствор извести для заливки камня или кирпича при постройке камен. зданий. **П. Флоренский.**

**ВАР**, в узком, первоначальном значении, древесный пек, твердый битуминозный остаток, получаемый при отгонке легких масел и подсмольной воды из дегтей хвойных и лиственных пород; в расширенном значении—всякий пиробитумен, пек, получаемый при отгонке жидких продуктов пиролиза (гудрона) различных органических материалов: каменного и бурого угля, битуминозного сланца, торфа, смол, жиров, целлюлозы и т. д. В технике В. называют также искусственный асфальт и смолу. Наконец, варом называют, но без достаточного основания, застывшую эмульсию воды в гарпигусе (желтый вар) или канифоли (белый вар). Применяется В. для обмазки судов (откуда название его *rix navalis*—корабельная смола), для производства битуминозных изоляционных составов, асфальтовых лаков, гудронирования дорог, изготовления каменноугольных брикетов, в производстве обуви и для топки. **П. Флоренский.**

**ВАР САДОВЫЙ**, мастикообразная, липкая, полужидкая мазь, употребляемая в технике садоводства для замазывания поранений живых тканей, обожженных после удаления веток, а также для замазывания прививок на месте схождения срезов привоя (черенка) с подвоем (дичком) в целях предохранения срезов от проникновения воды, воздуха и вредных микроорганизмов. В. с. должен хорошо покрывать раны, не плавиться, не стекать от солнечного пригрева, не терять скоро липкости, не трескаться от холода и не обжигать ткани растения. В. с. изготавливается по многочисленным рецептам: из очищенной сосновой или еловой смолы, воска, жира (чаще бараньего), тонко просеянной золы, красной охры, черной смолы, спирта и других веществ. Различают два вида В. с.: 1) тепло-жидкий, употребляемый

в нагретом состоянии и при охлаждении затвердевающий, и 2) холодно-жидкий, употребляемый в холодном состоянии; этот вид вара садового содержит алкоголь, благодаря которому сохраняет полужидкую консистенцию, после же улетучивания алкоголя вар садовый затвердевает. **П. Шитт.**

**ВАРЕНОЕ МАСЛО**, продукт конденсации и окисления жидкого жира, получаемый из него путем нагревания. Термин В. м. в настоящее время устарел в виду разнообразия процессов, применяемых в производстве ряда родственных между собой продуктов, аналогичных преждему В. м., но пока он сохранен. Различие продуктов, охватываемых термином В. м., обусловлено как выбором исходного сырья, так и условиями процесса его переработки:  $t^\circ$  и длительностью нагрева, содержанием участвующего в процессе кислорода, присутствием катализаторов и т. д. Соответственно этим различиям ведется и классификация В. м. Исходным сырьем для В. м. являются: 1) растительные масла — жидкие глицериновые эстеры (сложные эфиры) и 2) животные жиры — жидкие глицериновые эстеры. К первой группе принадлежат: а) высыхающие масла — перилловое, льняное, древесное, ореховое, конопляное, маковое, подсолнечное; б) полувсыхающие — кунжутное, немецкое кунжутное, бобовое, хлопковое, репейное; в) не высыхающие — касторовое. Ко второй группе — ворвань.

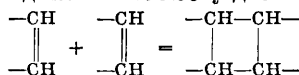
Вышеперечисленные исходные материалы состоят гл. обр. из кислот жирного ряда, при чем большая часть их относится к числу ненасыщенных, с одной двойной связью, типа  $C_nH_{2n-2}O_2$  (например олеиновая кислота  $C_{17}H_{32} \cdot COOH$ ), с двумя — типа  $C_nH_{2n-4}O_2$  (например линолевая к-та  $C_{17}H_{31} \cdot COOH$ ), с тремя — типа  $C_nH_{2n-6}O_2$  (напр. линоленовая и изолиноленовая к-ты  $C_{17}H_{29} \cdot COOH$ ) и даже с четырьмя двойными связями типа  $C_nH_{2n-8}O_2$  (напр. клупанононовая к-та  $C_{17}H_{27} \cdot COOH$ ). Так, например, по Фарнону, льняное масло, главный исходный материал для В. м., содержит: олеиновой кислоты 15—20%, линолевой 25—35%, линоленовой 35—45%, тогда как глицеринового остатка  $C_3H_5$  содержится 4—5%, неомыляемых веществ 0,5—2,0% и насыщенных жирных кислот 8—9%. Состав льняного масла, по Эйбнеру (1923 г.), при иодном числе 173,8, таков:  $\alpha$ -линоленовой кислоты 20,1%, изолиноленовой кислоты 2,7%,  $\alpha$ -линолевой кислоты 17,0%,  $\beta$ -линолевой кислоты 41,8%, олеиновой кислоты 4,0%, оксикислот 0,5%, глицеринового остатка 4,1%, насыщенных кислот 8,3%, фитостерина 1%. Большое число наличных двойных связей, с соответственно большим иодным числом, обуславливает типич. функцию исходного вещества как материала для В. м., так как при длительном нагревании двойные связи ведут к реакциям, дающим полезные свойства В. м. Поэтому качество материала в значительной мере характеризуется величиной иодного числа.

Производственные процессы при варке масел м. б. классифицированы следующим образом:

1. Без катализатора при  $t^\circ$  250—300° (полимеризованные масла).
- а) Вовсе без доступа воздуха (полимеризованные масла в собственном смысле слова).
  - { Варка в струе индифер. газа, варка в закрытом сосуде, варка под вакуумом.
- б) С частичным доступом воздуха.
  - { Варка в высоких узких сосудах, варка в открытых широких сосудах, варка с закипанием паром масла (жженая олифа).

- в) С воздействием электролитич. кислорода (озонирован. масла). —
- г) С продуванием воздуха (продукты масла). —
2. С катализатором при  $t^\circ$  сравнит. низкой (олифы в собств. смысле).
- а) С частичным доступом воздуха (олифы).
  - { Длительная варка с неорганич. соединениями при 200—260°.
  - { Нагревание при 120—150° с растворенными в масле органическими солями синтатов.
  - { Нагревание при 120—150° с растворенными в масле органическими солями синтатов.
- б) С продуванием воздуха (продутая олифа).
- в) С окислением на больших поверхностях (линоскин).
  - { Стеканье по полотнам при высокой  $t^\circ$  (вальцовые масла).

Полимеризованные, или вареные, в узком смысле, масла получают длительным нагреванием жидких жиров без катализаторов и без доступа воздуха, при чем удаление летучих веществ иногда обеспечивается струей индиферентного газа. Температура при этой варке доводится до 250—300°. Испытание степени нагревания производится на практике пичиным пером, борodka которого опалается в масле, если нагрев масла достаточен. Химические явления при варке до застывания еще не выяснены в подробностях. Общий же ход процесса состоит в следующем. Сперва (ок. 130°) удаляются следы воды, содержащейся в масле (так наз.  $t^\circ$  кип. масла), и обезвреваются красящие вещества. Затем масло начинает густеть, постепенно увеличивая свою вязкость, плотность и преломляющую способность, при чем возрастает содержание свободных к-т и, при доступе воздуха, оксикислот. Напротив, способность к высыханию масла и окисляемость, характеризующие к и с л о р о д н ы м ч и с л о м, т. е. процентом кислорода, поглощаемого при просыхании тонкого масляного слоя, прогрессивно понижаются; соответственно с этим понижается (сперва быстро, затем медленно) иодное число, а гексабромное число (процент выхода нерастворимых бромпроизводных при прямом бромировании масла) падает даже до 0. Процесс варки доводится до сообщения маслу желаемой густоты (включительно даже до эбонитоподобного твердого состояния), отвечающей технич. условиям данного сорта В. м.; иногда процесс варки ускоряется закипанием паров масла, что дает жженое масло, жженую олифу. Понижение иодного числа и окисляемости указывает на уменьшение числа двойных связей; но т. к. понижение иодного числа не пропорционально повышению содержания оксикислот, то признается вероятным, что процесс варки подводится под схему взаимного соединения по месту двойных связей:



т. е. как конденсация или полимеризация; отсюда название этого рода вареных масел «полимеризованные». Процессу уплотнения варкою подвергаются в промышленном раз- мере растительные масла: льняное, древесное и касторовое, а также ворвань.



Наибольшее значение пока получило полимеризованное льняное масло, в зависимости от степени густоты носящее название жидкой типографской олифы, штандоля (Standöl) и диколья (Dicköl). Последовательный ход изменений некоторых характерных чисел масла при варке представлен в табл. 1 (по Бирну).

Табл. 1.—Изменение характерных чисел масла при варке.

Состояние полимеризов. масла	Уд. в. при 15°	Свободн. жирные к-ты (%)	Исчисляемые вещества (%)	Коэфф. омыления	Иодное число
Очень жидкое . . .	0,9452	3,19	0,35	186,5	157,0
Жидкое . . . . .	0,9465	4,43	0,25	178,4	123,2
Среднее . . . . .	0,9574	5,25	0,31	183,8	115,4
Густое . . . . .	0,9589	6,90	0,33	182,6	75,1
Очень густое . . .	0,9676	10,20	0,48	190,3	59,0

Льняное масло м. б. доведено до уд. веса 0,9912 (жженная олифа, по Грюну) и даже превзойти 1. Все продукты полимеризации обладают светлым цветом и зеленой флуоресценцией, ослабевающей по мере загустевания масла; зажигание же паров ведет к темному цвету продуктов. Полимеризованные льняные масла только отчасти растворимы в спирте (в двадцатикратном количестве спирта растворяется лишь 20%) и характеризуются большей преломляющей способностью, нежели продукты и масла той же консистенции, и значительно большей вязкостью; характерная особенность полимеризованных масел — их способность растягиваться в упругие нити, в отличие от масел окисленных. Полимеризованные масла находят себе применение в производстве типографской (штандоль) и литографской (диколь) красок, пластич. масс, т. н. искусственного дерева. Их разбавляют (а также фальсифицируют) смолою, смоляными и минеральными маслами, сикативами, терпентином и уплотнителями. Т. н. композиционные олифы, со смолистыми добавками, — ниже по качеству; точно также в полиграфическом применении вредна добавка сикативов, влекущая за собою трудную очистку литер от присохшей краски. Примесь минерального масла в этом случае, повидимому, менее вредна. Олифы для печатания газет могут содержать примеси пека — стеаринового, нефтяного и т. д.

Полимеризованное древесное масло (тунговое, китайское) представляет аморфную, студенеобразную, режущуюся или еще более тягучую массу, не плавящуюся еще при 200°, растворимую в обычных растворителях жиров лишь отчасти, а в уксусной кислоте при нагреве — сполна; в процессе полимеризации свойства древесного масла менее отклоняются от первоначальных исходного материала, нежели это бывает у масла льняного. На рынок полимеризованное древесное масло не поступает; оно готовится, в случае надобности, на месте.

Касторовое масло полимеризуется при 300°, при чем происходит отчасти расщепление глицерида рицинолевой кислоты (C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>O·COOH), отчасти — распадение ее на энантолеву (C<sub>8</sub>H<sub>15</sub>·COOH) и ундециле-

новую (C<sub>10</sub>H<sub>19</sub>·COOH), которые частью отгоняются, частью же подвергаются полимеризации и конденсации. Продукт варки отличается своеобразным свойством смешиваемости с минеральными маслами при почти полной нерастворимости в абс. спирте и 90% уксусной к-те. Полимеризованное касторовое масло характеризуется особым запахом энантоля (гептилальдегид C<sub>8</sub>H<sub>15</sub>·COH) и октилалкоголя (C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>·CH<sub>2</sub>OH) и отличается от штандолей относительно высоким ацетильным числом, а от продуктивных масел — более низким числом омыления и отсутствием летучих кислот. Как пример здесь приводятся характерные числа одного из рыночных продуктов: удельный вес 0,9505; число омыления 191,8; иодное число 101,0; ацетильное число 67,4. При быстром нагревании касторового масла до 360° получается вязкий остаток (90—95%), имеющий рыночное название флоридина, флоридиноля (или деридиноля) и представляющий собою ангидрид триундециленовой кислоты. Этот продукт эмульгируется при обыкновенной температуре в любой пропорции с минеральными маслами, керосином, церезином, вазелином и сырым касторовым маслом. Флоридин способен также удерживать большое количество воды даже в присутствии минеральных масел и потому идет на составление вязких смазочных масел, консистентных жиров, воднорастворимых масел, аппретурных масел, кожного жира, мазей для лечебных и косметических целей. Флоридин поступает на рынок как: 1) сырое флоридиновое масло, 2) чистое масло, почти свободное от кислот, 3) медицинский деридиноль (Ol. Dericini medicinale) для инъекций (например при туберкулезе), для смеси с эфирными маслами, и т. д. Характерные числа флоридина, сравнительно с сырым касторовым маслом, по Фендлеру, приведены в табл. 2.

Табл. 2.—Характерные числа касторового масла и флоридина.

Свойства	Касторовое масло	Флоридин
D <sub>4</sub> <sup>15</sup> . . . . .	0,9611—0,9655	0,9505
t <sub>заст.</sub> . . . . .	От -17° до -18°	При -20° помутнения еще нет
Кислотное число . .	18,4	12,1
Число омыления . .	176,0—183,0	191,8
Иодное число . . . .	83,4—84,4	101,0
Ацетильное число . .	153,4—156	67,4

Ворвань подвергается полимеризации обычно в струе индифферентного газа. При этом клупанодоновая кислота и, вероятно, также и другие ненасыщенные к-ты полимеризуются; жиры частично расщепляются, а акролеин, летучие к-ты и другие пахучие вещества отгоняются, так что продукт полимеризации получается без запаха (дезодорация). Очень темная ворвань д. б. отбелена, например фуллеровой землей. Характерные числа продуктов ворвани, по Маркуссону и Губеру, показаны в таблице 3.

Табл. 3.—Характерные числа варяневых продуктов.

Свойства	Рыночный нейтралин	Полимеризованный тодлений жир	Жирные к-ты нейтралина
$D_4^{20}$	0,9473	0,9425—0,9494	0,9310
$^{\circ}E_{20}$ *	49,5	38,1—38,4	18,1

\*  $^{\circ}E_{20}$ —вязкость в градусах Энглера при  $t^{\circ} 20^{\circ}$ .

Варяневые продукты отличаются от продуктивных масел и полимеризованного касторового масла своей малой растворимостью в спирте и полной растворимостью их жирных кислот в петролейном эфире, а от штандолей полимеризованного древесного масла—присутствием холестерина. Водная эмульсия окисленной варяни с содоу и салом применяется при выделке кожи (на ожирение ее).

Продукты е масла. Продувке без сикативов подвергаются главным обр. масла: рапсовое (масло капустного семени, масло колызы) и хлопковое. Процесс ведется при  $70—120^{\circ}$  и вызывает превращение части ненасыщенных кислот в соответственные окислоты, нерастворимые в бензине, тогда как другая часть ненасыщенных к-т распадается на летучие к-ты меньшего мол. веса; кроме того, происходит полимеризация и образование лактонов. Вязкость, уд. веса, числа: Рейхерга-Мейсля, омыления и ацетильное возрастают с продолжительностью и  $t^{\circ}$  продувки, тогда как иодное число убывает. Изменения, происходящие в масле при продувке, характеризуются, по Левковичу, данными, сведенными в таблице 4.

Табл. 4.—Изменение характеристик масла при продувке.

Свойства	Чистое рапсовое масло		Чистое хлопковое масло	
	непродутое	продутое	непродутое	продутое
$D_4^{20}$ . . . . .	0,913—0,917	0,967—0,977	0,922—0,925	0,972—0,979
Иодное число . .	94—106	47,2—65,3	108—110	56,4—65,7
Число омыления	170—179	197,7—265,5	191—192	213,7—224,6
Число Рейхерга-Мейсля	0,3	до 8,8	—	—
% нерастворимых в петролейном эфире окислот . .	0	20,74—24,5	0	26,5—29,4

В продуктом льняном масле содержание нерастворимых окислот состава  $C_{18}H_{30}O_4$  и  $C_{18}H_{30}O_6$  доходит до 44%, тогда как продувка подсолнечного масла при  $95—100^{\circ}$  и даже при  $160^{\circ}$  нерастворимых в петролейном эфире к-т не дает (Г. С. Петров и А. И. Данилович), так что подсолнечное масло оказывается превосходящим другие по стойкости. Продукты продувания рапсового масла растворимы в смазочных минеральных маслах, и для увеличения их вязкости применяют компандирование (так наз. морские масла). Рыночные названия продуктивных рапсовых масел: растворимое касторовое масло, Blown Oil, Thickened Oil и т. д. Если имеется уже готовая смесь минерального масла с продуктом, то иногда важно

уметь определить исходный материал, из которого получено продуктое масло. Это делается по иодному числу  $I$  исходного материала, которое вычисляется по иодному числу продуктового масла  $i$  из соотношения:

$$I = i + (d - 0,0919) \cdot \frac{0,8}{0,001},$$

где  $d$ —удельный вес масла продуктового; этот же последний вычисляется из соотношения:

$$d = \frac{D\delta p}{100\delta - Dq},$$

где  $D$ —уд. в. смеси,  $\delta$ —уд. в. минерального масла, входящего в смесь,  $q$ —% содержания этого последнего, а  $p$ —% содержания продуктового масла.

Олифы. Вышеописанные процессы повышения В. м. имеют главной целью повысить вязкость масла и понизить его окисляемость; напротив, применение В. м. для образования твердых, эластичных и непроницаемых пленок (лаки, краски, наводки) или упругих непроницаемых вяжущих веществ (пропитки, суррогаты каучука, линолеум, пластические массы и т. д.) требует гл. обр. достаточно быстрого отвердевания (высыхания) В. м., связанного с большими кислотными числами, при чем слишком большая вязкость во многих случаях м. б. даже вредной. Переработка масел приспособительно к указываемой функции достигается смешиванием их при сравнительно низкой  $t^{\circ}$  или даже при комнатной с катализаторами, переносящими кислород и потому ускоряющими высыхание масла. Эти сушащие катализаторы, сикативы, ведут к образованию особого разряда варяневых масел, называемых в собственном смысле олифами (см.).

Лит.: Боттлер М., Производство олифы, пер. с немецк., 2 изд., М., 1926; Киселев В. С., Приготовление олифы и сикативов, М., 1922; его же, Олифа и лак, М.—Л., 1926; Фарин В., Химия высыхающих масел, пер. с немецк., СПб., 1913; Лялин Л. М., Жиры и масла, 2 изд., Л., 1925; Иванов С. Л., Учение о растительн. маслах, М., 1924 (тут же литер.); Таланцев З. М., Олифоварение и производство сикативов, М., 1925; Браун К., Масла и жиры, пер. с немецк., ч. I, II, Берлин—Рига, 1924; Лубавин Н. Н., Техническая химия, т. 6, М., 1914; Петров Г. С. и Данилович А. И., Об окислении и полимеризации растит. масел и их кислот, «Труды Химич. ин-та им. Карпова», Москва, 1924, 3; Кострин К. В.,

К вопросу о полимеризации глицерина, «Журн. прикладн. химии», М., 1925, т. 2, вып. 1—2, стр. 144—155; Seeligman F. u. Ziecke E., Handbuch d. Lack-u. Firnisindustrie, 3 Aufl., В., 1923; Schaedler C., Die Technologie d. Fette u. Ole, В., 1892; Hefter G., Technologie d. Fette u. Ole, В. 1—3, В., 1906—1910; Holded D., Kohlenwasserstofföle u. Fette, 6 Aufl., В., 1924; Lunge G. u. Berl E., Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 7 Aufl., В. 3, p. 631—640, 644—650, В., 1923; Ascher R., Die Schmiermittel, Berlin, 1922; Merz O., Oxydationsvorgänge beim Trocknen d. chinesischen Holzöls, «Kunststoffe», München, 1922, Jg. 16, 3, p. 53, 54. П. Флоренский.

**ВАРЕНЬЕ**, продукт, полученный варкой фруктов и ягод в сахарном сиропе. При варке варенья необходимо руководствоваться химическим анализом фруктов и ягод. В табл. 1 и 2 дается химич. состав фруктов и ягод, употребляемых для варенья в СССР. Это количественное соотношение значительно

Табл. 1.—Содержание сахара в 1 см<sup>3</sup> сока фруктов и ягод в г.

Фрукты и ягоды	Минимум	Максимум	Среднее
Яблоки . . . . .	5,24	24,06	12,57
Груши . . . . .	7,01	15,70	10,53
Сливы . . . . .	9,01	12,90	10,95
Вишни . . . . .	6,18	17,26	12,51
Крыжовник . . . . .	1,55	11,19	8,16
Смородина белая . . . . .	5,57	10,49	7,52
» красная . . . . .	4,25	11,52	7,34
» черная . . . . .	8,05	12,92	11,23
Малина . . . . .	6,11	8,82	7,34
Земляника . . . . .	3,29	9,18	5,78
Черника . . . . .	4,39	7,76	6,27
Брусника . . . . .	7,38	11,80	8,94
Клюква . . . . .	—	—	3,62

изменяется в зависимости от сорта, климатических и почвен. условий, величины плодов, а также и от того, какое число плодов растет одновременно на дереве. Чем меньше плодов на дереве, тем они крупнее, содержат больше сахара и кислоты и тем вкуснее. Из веществ, растворимых в плодном соке, находятся: неорганические — минеральные соли (зола) и органические — сахара (фруктоза, глюкоза, сахароза), пентозаны, пектиновые вещества, к-ты (яблочная, лимонная, винная, бензойная и др.), азотистые вещества (белковые, амидные и аммиачные) и, наконец, дубильные, красящие и ароматические вещества. Семена же фруктов и ягод весьма богаты жиром и характерными веществами; из них следует отметить пектиновые вещества, которые при известных условиях делают желатинообразными и дают студенистую массу, необходимую при варке желе.

Табл. 2.—Средний химич. состав фруктов и ягод.

Фрукты и ягоды	В натуральном веществе (в %)								В сухом веществе (в %)	
	вода	азотист. вещества	свободн. кислоты	инверт. сахар	сахароза	дрог. без-азот. вещ.	клетчатка + пектин	зола	азотист. вещества	сахар
Яблоки . . . . .	84,37	0,40	0,70	7,97	0,88	3,28	1,98	0,42	2,32	56,62
Груши . . . . .	83,83	0,36	0,20	7,11	1,50	3,37	2,82	0,31	2,23	56,34
Абрикосы . . . . .	84,15	0,86	1,05	2,61	4,05	1,35	5,37	0,56	5,42	42,02
Персики . . . . .	81,96	0,93	0,72	3,66	5,62	1,17	6,63	0,58	5,46	47,59
Сливы . . . . .	78,60	1,01	0,77	8,78	3,56	4,04	5,81	0,49	4,72	41,03
Ренклоды . . . . .	82,13	0,55	0,82	5,92	4,81	2,06	3,40	0,41	3,08	59,48
Мирабель . . . . .	80,68	0,79	0,56	4,65	4,97	2,88	4,98	0,56	4,08	48,91
Вишни . . . . .	80,57	1,21	0,72	8,94	0,51	1,76	5,77	0,52	6,23	48,63
Кизил . . . . .	74,66	0,50	—	10,57	—	6,13	7,51	0,63	1,99	41,85
Виноград . . . . .	79,12	0,69	0,77	14,96	—	1,90	2,18	0,48	3,30	71,65
Крыжовник . . . . .	85,61	0,47	1,37	7,10	0,85	0,64	3,52	0,44	3,26	55,28
Смородина . . . . .	84,31	0,51	2,24	6,38	—	1,21	4,57	0,72	3,25	41,07
Брусника . . . . .	89,59	0,12	2,34	1,53	—	6,27	—	0,15	1,13	14,71
Черника . . . . .	80,85	0,78	1,37	5,29	—	0,71	10,29	0,71	4,07	27,82
Клюква . . . . .	88,25	0,32	2,45	2,62	0,22	—	2,05	0,22	2,72	24,00
Земля-н нем. . . . .	86,99	0,59	1,10	5,13	1,11	2,80	1,56	0,72	4,54	48,00
ника амер. . . . .	89,72	0,99	1,37	4,78	0,58	0,42	1,54	0,62	9,63	58,14
Малина . . . . .	85,02	1,36	1,48	3,38	0,91	0,99	6,37	0,49	8,40	28,60
Ежевика . . . . .	85,41	1,31	0,77	5,24	0,48	1,10	5,21	0,48	9,46	32,54
Винная ягода . . . . .	78,83	1,35	—	15,55	—	—	—	0,58	6,47	73,32
Гранаты . . . . .	79,29	1,17	0,77	11,01	0,65	3,79	2,79	0,53	5,65	56,30
Апельсины . . . . .	84,26	1,08	1,35	2,79	2,86	7,23	—	0,43	6,86	35,90
Лимоны . . . . .	82,64	0,74	5,39	0,58	0,37	10,30	—	0,56	4,26	2,13

Для сохранения фруктов и ягод на долгое время приходится прибегать к консервированию их (см. *Консервное дело*), которое имеет целью воспрепятствовать развитию в них

низших организмов. Одним из способов консервирования и является варка В. из фруктов и ягод. В настоящее время фабрично-промышленные предприятия СССР мало интересуются производством В., но до 1914 г. у нас существовало много крупных предприятий, выпускавших на рынок десятки тысяч т дешевых сортов варенья. Варенье можно варить на открытом огне, употребляя для этого древесный или каменный уголь, на газовых плитах или в паровых котлах с двойной рубашкой (см. *Варочные аппараты*). В последнем случае труднее получить В. высокого качества: ягоды и фрукты скоро развариваются и легко мнутся при перемешивании; лучший продукт получается при варке В. в периодических *вакуум-аппаратах* (см.). Для получения же В. высшего сорта, с цельными, неразваренными ягодами, варят варенье на открытом огне в крупных тазах, диаметром 40—50 см и высотой 10—12 см, изготовленных из алюминия, эмалированного железа, или же, в крайнем случае, из латуни. Употребление посуды из красной меди, железа или луженой оловом меди не рекомендуется, ибо содержащиеся в плодах кислоты, действуя на эти металлы, могут образовывать соединения, вредно влияющие на здоровье, а в некоторых случаях может измениться и натуральный цвет В. Во всяком случае необходимо следить, чтобы остывание В. после варки происходило не в медной посуде, а лучше всего в фарфоровой или глиняной глазурованной, ибо при остывании и выстаивании варенья кислота, выделявшаяся из плодов, особенно сильно реагирует на медь.

На изготовление В. идут самые разнообразие плоды, а именно: с е м е ч к о в ы е —

яблоки, груши, айва и рябина; к о с т о ч к о в ы е — абрикосы, персики, сливы, вишни и кизил; я г о д ы — крыжовник, смородина черная, красная и белая, земляника, клубника, малина, ежевика, морозика, поленика, брусника, клюква и др.; о в о щ и — арбузы, дыни и особые сорта тыкв; т р о п и ч е с к и е и с у б т р о п и ч е с к и е ф р у к т ы — апельсины, мандарины, лимоны, ананасы и др. Для изготовления варенья рекомендуется выбирать неповрежденные, спелые, но не переспелые фрукты и ягоды, собранные в сухую и ясную погоду. Сортировка плодов по величине необходима. Плоды очищаются от сора и, в зависимости от вида, от веточек, кожицы, сердцевин и косточек. Если плоды имеют довольно крепкую оболочку, их тщательно моют, нежные же сорта осторожно прополаскивают водой. Крупные плоды нарезают на части. Если кожица

не снята, то плоды накальвают, что облегчает проникновение сиропа в мякоть обрабатываемого плода. В некоторых случаях плоды вместо накальвания подвергают вымачиванию в воде в течение нескольких дней, чем достигается удаление из фруктов излишней кислоты и горечи. Для ускорения процесса вымачивания можно к воде прибавлять немного соды, которая способствует сохранению натурального цвета плодов. Во избежание разваривания более нежных плодов иногда при вымачивании к воде прибавляют известковый раствор или квасцы, способствующие лучшему закреплению мякоти плодов. Процесс вымачивания плодов следует обязательно проводить для тех из них, которые подверглись предварительно процессу окуливания серой (с целью убить все микроорганизмы и их споры, находящиеся на поверхности фруктов, и уплотнить мякоть плода). Часто вымачивание заменяется бланшированием, т. е. провариванием плодов в воде; некоторые плоды бланшируют и после вымачивания. Главная цель бланширования — убить живую протоплазму клеток, благодаря чему облегчается и ускоряется процесс пропитывания плода сахарным сиропом. Процесс бланширования следует вести умело, т. к. фрукты, неправильно обработанные, при дальнейшей варке легко развариваются. После бланширования фрукты необходимо тут же быстро охладить в воде. Сироп, служащий для варки В., приготавливается в очень редких случаях из рафинада, а б. ч. из сахарного песка с прибавлением (и в том и другом случае) необходимого количества воды. При фабричном производстве В. для удешевления готового продукта и во избежание кристаллизации сахара (засахаривания В.) к сиропу прибавляют карамельную патоку. На 1 кг фруктов или ягод обыкновенно берут от 1 до 1½ кг сахара и только для очень кислых плодов (или когда хотят получить больше сиропа) сахара берут до 2 кг; вес добавленной патоки входит в общий вес сахара. При кустарном производстве В. сироп варят в тазах или котелках на открытом огне; на специальных же фабриках — б. ч. в открытых паровых котлах разной емкости. Иногда вышние и нежные сорта фруктов и ягод и на фабриках варят в тазах или в специально устроенных вакуум-аппаратах. Сахарный сироп для варки В. обыкновенно заготавливают крепостью в 25—27° Вё. Варка различных фруктов и ягод происходит различно. Ягоды малины, клубники, ежевики и земляники, очищенные от стебельков (плодоножек), отсортированные и уложенные обыкновенно в один ряд на перевернутые решета, всыпают в тазы с заготовленным сиропом и дают раз прокипеть, а затем снимают с огня и остуживают. Проваривание, а затем выстаивание и полное остуживание повторяют 2—3 раза в течение 1—2 дней. Каждый раз при выстаивании часть сиропа поглощается ягодами, сок же из них поступает в сироп, делая его более слабым; когда ягоды полностью пропитаются сиропом, сок перестает выступать из них. Варить варенье следует на среднем огне для равномерного проваривания как наружного слоя ягод,

так и мякоти плодов. К концу варки сахарный сироп должен достигнуть крепости 38—40—41° Вё. В продолжение всей варки следует чистой ложкой снимать пену, к-рая представляет собой не что иное, как свернувшиеся при варке белковые вещества, содержащиеся в плодах. Варят В. (в особенности в домашнем быту) с одного раза, но тогда чаще возможны случаи порчи В. при его продолжительном хранении. Вишни готовят к варке и варят так же, как и указанные сорта ягод, если варят В. без косточек. Если же варят В. из вишен с косточкой, то для этого ягоды накальвают, чтобы сироп легче и лучше проник внутрь ягод. Для лучших сортов вишневого В. берут т. н. владимирскую вишню. Черешню белую и розовую по удалении стебельков накальвают и, уложив на решета в 1—2 ряда, окуливают серой, бланшируют, промывают в холодной воде и затем проваривают в сиропе с последующим остуживанием и выстаиванием раза 3—4. Абрикосы, персики, мирабель и ренклоды варят так же, как и черешню. Яблоки берут более сладких сортов с плотной мякотью (коричные, синап, шафранный и ананасный ранет). Снимают с яблок кожицу, удаляют сердцевину, разрезают на 2—4 части, кладут в холодную воду с небольшим количеством квасцов, бланшируют, остуживают в холодной воде и проваривают в сиропе с последующим остуживанием 3—4 раза. При варке В. из груш их б. ч. не разрезают на части и берут недозрелыми; рекомендуются для варки В. сорта сен-жермен и бергамот. При варке В. из арбуза и дыни счищают с них тонкий слой кожицы, разрезают на части и удаляют мякоть. Оставшаяся твердая корка бланшируется, после чего охлаждается в холодной воде (с небольшим % очищенных алюминиевых квасцов); когда корка станет довольно мягкой, ее хорошо промывают в воде и приступают к варке, к-рую повторяют с последующим остуживанием и выстаиванием несколько раз. Арбузы для варки берут толстокожие, а дыни — канталупы. С апельсинов и лимонов снимают теркой или гофрированным ножом тонкий слой кожи, к-рая идет на приготовление кондитерских припасов (цедра), а плоды разрезают на 2—4 части, выжимают из них сок и мочат в холодной воде несколько дней, пока не выйдет из них кислота и горечь и пока не размягчится кожица. После этого их бланшируют, промывают в холодной воде и варят повторно обычным путем несколько раз. В те сорта варенья, которые варят из малоароматичных фруктов и ягод, как, например, яблоки, крыжовник, прибавляют разные ароматические вещества (ваниль, ванилин, гвоздику, корицу и т. п.).

Готовое В. следует хранить в стеклянных или глиняных глазурованных банках. В крупных производствах многие сорта В. сохраняют в деревянных дубовых бочках. От времени до времени В. в той или иной таре следует просматривать. Хранить В. следует в сухих подвалах, хорошо проветриваемых, с  $t^{\circ}$  3—8°. Порча варенья бывает б. ч. следующая: 1) заасахаривание (кристаллизация сахара), что обуславливается

переваренным сиропом; 2) закисание, происходящее б. ч. от недостаточной проварки плодов, неполного пропитывания их сиропом или недостатка последнего; 3) появление плесени как следствие недостаточной проварки плодов; 4) брожение (развитие дрожжей), вследствие недостаточной проварки плодов. Проваркой порченого варенья (с добавлением сахара или воды в зависимости от характера порчи) в большинстве случаев возможно его исправить. В виду громадного разнообразия сортов ягод и фруктов и вследствие различного качества одного и того же сорта плода, поступившего для варки, часто приходится комбинировать и изменять способ подготовки плодов к варке и самую варку.

Лит.: Черевитинов Ф. В., Плоды, овощи и грибы, М., 1923; его же, Основы плодового и ягодного виноделия, М., 1906; Никитский Я. и Петров П., Товароведение, т. 4, Москва, 1923; Paul K., Die Schokoladen- u. Zuckerwarenfabrikation, Leipzig, 1920; Besselich N., Die Bonbonfabrikation, Leipzig, 1922. А. Шур.

**ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ**, отдел анализа бесконечно малых, основным методом которого является непрерывное изменение формы функции при тех же значениях независимых переменных. Этот метод, к-рым фактически пользовались еще Ньютон и бр. Бернулли, был разработан обстоятельно во второй половине 18 в., гл. обр. Эйлером и Лагранжем, давшими общие правила для его применения. Метод возник при решении задач, требовавших разыскания функции, при которой заданный определенный интеграл, содержащий эту функцию и ее производные, получает наибольшее или наименьшее значение.

Простейшая из этих задач заключается в следующем. Дана функция  $F(x, y, y')$  от трех аргументов, при чем  $x$  есть независимая переменная,  $y$  — некоторая функция от  $x$ , т. е.  $y=y(x)$ ,  $y'$  — производная этой функции. Геометрически уравнение  $y=y(x)$  представляет кривую  $C$  на плоскости  $xy$ .

Рассмотрим  $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') dx$ , где  $x_0$  и  $x_1$  — данные числа; при заданной функции  $y(x)$  этот определенный интеграл получит некоторое числовое значение; заменяя  $y(x)$  другой функцией  $\bar{y}(x)$ , мы получим, вообще говоря, другое значение того же интеграла. Таким образом  $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') dx$  получает

разные значения в зависимости от того, какая функция поставлена на место  $y$ . Введем ограничение, потребовав, чтобы все кривые  $C$  имели общую начальную и конечную точку. Эти условия запишутся равенствами:  $y=y_0$  при  $x=x_0$ ;  $y=y_1$  при  $x=x_1$  ( $y_0$  и  $y_1$  — данные числа); эти равенства называются граничными условиями. Простейшая задача В. и. состоит в следующем: среди всех функций  $y(x)$ , удовлетворяющих граничным условиям  $y(x_0)=y_0$ ,  $y(x_1)=y_1$  [иначе — среди всех кривых  $C$ , проходящих через точки  $(x_0, y_0)$  и  $(x_1, y_1)$ ], найти такую, для

которой числовое значение  $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') dx$

будет наименьшим или наибольшим (максимум и минимум объединяются в общем понятии экстремум).

Пример 1. Длина линии с уравнением  $y=y(x)$ , соединяющей точки  $(x_0, y_0)$  и  $(x_1, y_1)$ ,

выражается интегралом  $\int_{x_0}^{x_1} \sqrt{1+y'^2} dx$ ; граничные условия:  $x=x_0, y=y_0$  и  $x=x_1, y=y_1$ .

Задача о нахождении кратчайшей линии между двумя точками есть задача В. и., где  $F(x, y, y')$  есть  $\sqrt{1+y'^2}$ .

Пример 2. Точка под действием силы тяжести движется в вертикальной плоскости из точки  $A$  в точку  $B$  по некоторой кривой; найти форму этой кривой, при которой движущаяся точка приходит из  $A$  в  $B$  в кратчайшее время, — задача о брахистохроне (см.). Примем вертикальную плоскость за плоскость  $xy$ , поместим точку  $A$  в начале, ось  $y$  направим вертикально вниз; пусть координаты точки  $B$  будут  $x_1, y_1$ . Если точка при падении опустится на расстояние  $y$ , то она, как известно, приобретет скорость  $v=\sqrt{2gy}$ . С другой стороны, по общим формулам механики

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{\sqrt{1+y'^2}}{dt} dx;$$

отсюда

$$\sqrt{2gy} = \frac{\sqrt{1+y'^2}}{dt} dx$$

и, следовательно,

$$dt = \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{2gy}} dx.$$

Время  $T$ , потребное для падения точки из  $A$  в  $B$ , выразится интегралом

$$T = \int_0^{x_1} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{2gy}} dx = \frac{1}{\sqrt{2g}} \int_0^{x_1} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}} dx.$$

Итак, задача о брахистохроне сводится к нахождению кривой, дающей минимум интегралу

$$\int_0^{x_1} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}} dx$$

при граничных условиях:  $y(0)=0, y(x_1)=y_1$ .

Здесь  $F$  имеет вид  $\frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}}$ .

Функция  $F$ , как видно из этих примеров, может зависеть не от всех трех аргументов, но она должна зависеть от  $y'$ , чтобы задача решалась методами В. и.

Основной метод для нахождения необходимых условий экстремума (максимума или минимума) есть метод вариации. Пусть кривая  $C$  с уравнением  $y=y(x)$  да-

ет интегралу  $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') dx$ , при данных

граничных условиях, наименьшее значение по сравнению со всеми другими кривыми  $C$  (кривыми сравнения), подчиненными тем же условиям и расположенными достаточно близко от  $C$  (последним условием, как и в дифференциальном исчислении, определяется «относительный минимум»). Обозначая вообще числовое значение нашего интеграла для кривой  $K$  через  $I_K$ , имеем так. обр. неравенство:  $I_C < I_K$ . Рассмотрим

целое семейство кривых сравнения  $\bar{C}$ , определяемое уравнением

$$y = y(x) + \alpha \eta(x),$$

где  $\alpha$ —параметр,  $\eta(x)$ —произвольная функция, удовлетворяющая условиям:  $\eta(x_0) = 0$ ,  $\eta(x_1) = 0$ , т. к.  $\bar{y}(x_0) = y(x_0) = y_0$ ,  $\bar{y}(x_1) = y(x_1) = y_1$ ; очевидно, при  $\alpha = 0$ , получаем кривую  $C$ , а при малых значениях  $\alpha$ —кривые, близкие к  $C$ . Вычисляя  $I_c$ , получим интеграл как функцию параметра  $\alpha$ , входящего через посредство  $\bar{y}$  и  $\bar{y}'$ ; обозначим ее через  $\Phi(\alpha)$ , т. е.

$$I_{\bar{c}} = \int_{x_0}^{x_1} F(x, \bar{y}, \bar{y}') dx = \Phi(\alpha).$$

Из предположения, что  $I_c$  имеет минимальное значение, вытекает минимум функции  $\Phi(\alpha)$ , при  $\alpha = 0$ ; т. о. вопрос сведен к задаче, решаемой методами дифференциального исчисления. Необходимым условием минимума является равенство  $\Phi'(0) = 0$ . Нахождение  $\Phi'(0)$  является частным случаем вариирования; результат вариирования называется вариацией и обозначается символом  $\delta$ .

Итак, процесс вариирования величины, зависящей от функции  $y(x)$ , заключается в том, что мы заменяем эту функцию более сложной функцией  $y(x) + \alpha\eta(x)$ , содержащей параметр  $\alpha$ ; вследствие этого заданная величина становится функцией этого параметра. Продифференцировав эту функцию по  $\alpha$ , полагаем в результате  $\alpha = 0$ ; результат представляет собой вариацию заданной величины. Условие, чтобы заданная величина достигала максимума или минимума, заключается в том, что ее вариация должна обращаться в нуль, как бы ни была выбрана произвольная функция  $\eta(x)$ .

Как уже сказано, этот прием чаще всего приходится применять к вычислению экстремума определенного интеграла. Поэтому, по установлении этих идей, следующим шагом в В. и. является вычисление вариации определенного интеграла, к-рый, как выяснено выше, в простейшем случае имеет вид:

$$I_c = \int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') dx.$$

Заменяя здесь  $y(x)$  через  $y(x) + \alpha\eta(x)$  и, следовательно,  $y'$  через  $y'(x) + \alpha\eta'(x)$ , получим:

$$I_c = \int_{x_0}^{x_1} F[x, y(x) + \alpha\eta(x), y'(x) + \alpha\eta'(x)] dx.$$

Это выражение нужно продифференцировать по  $\alpha$  и в результате положить  $\alpha = 0$ . По известному правилу дифференцирования определенного интеграла, это дифференцирование придется выполнить под знаком интеграла. Так как, с другой стороны, это выражение получится из интеграла  $I_c$  указанной выше заменой функций  $y$  и  $y'$ , так что  $\alpha$  входит только в новые выражения для  $y$  и  $y'$ , то дифференцировать подинтегральную функцию придется, как сложную функцию. Если через  $F_y$  и  $F_{y'}$  обозначим производные функции  $F(x, y, y')$  по  $y$  и  $y'$ , то производная интеграла  $I$  по  $\alpha$ , в которой  $\alpha$  положим равной 0, даст вариацию  $\delta I_c$  в виде

$$\delta I_c = \int_{x_0}^{x_1} [F_y \eta(x) + F_{y'} \eta'(x)] dx.$$

Дальнейшее преобразование, в к-ром главным моментом является интегрирование второго слагаемого по частям, дает:

$$\delta I_c = \int_{x_0}^{x_1} \left( F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} \right) \eta(x) dx.$$

Чтобы интеграл  $I_c$  получил наибольшее или наименьшее значение, необходимо, чтобы эта вариация обращалась в 0, т. е. чтобы

$$\int_{x_0}^{x_1} \left( F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} \right) \eta(x) dx = 0$$

при произвольной функции  $\eta(x)$ ; именно вследствие этого произвола, как устанавливает т. н. основная лемма В. и., это равенство возможно лишь, если 1-й множитель под знаком интеграла равен 0. Так. обр. дающая экстремум функция  $y(x)$  необходимо удовлетворяет ур-ию Лагранжа-Эйлера:

$$F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} = 0,$$

или подробнее

$$F_{yy''} - F_{xy'} - F_{yy'} y'' - F_{y'y'} y'' = 0,$$

где  $F_{xy'}$ ,  $F_{yy''}$ ,  $F_{y'y'}$  суть вторые производные функции  $F$  по соответствующим переменным. Это—дифференциальное ур-ие 2-го порядка для  $y$ ; его интегральные кривые называются экстремальями. Общее решение имеет вид:

$$y = \varphi(x, \alpha, \beta),$$

где  $\alpha$  и  $\beta$ —две произвольные постоянные; в нашей задаче для их определения служат два граничных условия:

$$\varphi(x_0, \alpha, \beta) = y_0 \text{ и } \varphi(x_1, \alpha, \beta) = y_1.$$

Определив из них  $\alpha$  и  $\beta$  и вставив их значения в функцию  $\varphi$ , мы получим экстремаль, проходящую через две заданные точки. В примере 1-м

$$F = \sqrt{1 + y'^2}, F_y = 0, F_{y'} = \frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2}}.$$

Уравнение Лагранжа-Эйлера имеет вид  $\frac{d}{dx} \left( \frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2}} \right) = 0$ , или  $\frac{y''}{(1 + y'^2)^{\frac{3}{2}}} = 0$ , или  $y'' = 0$ .

Интегрируя, находим:  $y = ax + b$ ; экстремали—прямые линии. В примере 2-м

$$F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} = \frac{\sqrt{1 + y'^2}}{2y^{\frac{3}{2}}} - \frac{d}{dx} \left( \frac{y'}{\sqrt{y} \cdot \sqrt{1 + y'^2}} \right) = 0.$$

Найдя экстремаль, необходимо исследовать, дает ли она действительно экстремум и что именно—максимум или минимум. В дифференциальном исчислении для решения аналогичной задачи исследуется знак второй производной; в В. и. прежде математики (Якоби) шли путем изучения в 2-й вариации (второй производной по  $\alpha$  при  $\alpha = 0$ ). Но Вейерштрасс показал, что т. о. мы еще не получаем достаточных условий экстремума; он дал теорию, основанную на непосредственном сравнении  $I_c$  и  $I_{\bar{c}}$ .

Кроме простейшей задачи В. и., существуют и другие, напр., один или оба конца экстремали, вместо условия проходить через данную точку, м. б. подчинены условию лежать на заданных кривых; тогда дифференциальное уравнение экстремалей остается неизменным, но ур-ия граничных условий

принимают другую форму (таковы задачи о кратчайшем расстоянии от точки до кривой или между двумя кривыми). Далее, подинтегральная функция  $F$  может зависеть от двух (или от  $n$ ) искомого функций. Пусть, например,

$$I_c = \int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y', z, z') dx,$$

где  $y(x)$  и  $z(x)$  — искомые функции; граничные условия для случая неподвижных концов выразятся так:  $y(x_0) = y_0$ ,  $y(x_1) = y_1$ ,  $z(x_0) = z_0$ ,  $z(x_1) = z_1$ ;  $x_0$ ,  $y_0$ ,  $z_0$ ,  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $z_1$  — заданные числа. Для вариации мы получим (после интегрирования по частям):

$$\delta I_c = \int_{x_0}^{x_1} \left\{ \left( F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} \right) \delta y + \left( F_z - \frac{d}{dx} F_{z'} \right) \delta z \right\} dx.$$

Приравнявая ее нулю и применяя основную лемму, получим два уравнения Лагранжа-Эйлера для нахождения двух искомого функций:

$$F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} = 0 \text{ и } F_z - \frac{d}{dx} F_{z'} = 0.$$

С другой стороны, можно разыскивать методами вариационного исчисления экстремум интеграла

$$I_c = \int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y', \dots, y^{(n)}) dx;$$

дифференциальное уравнение экстремали в этом случае имеет вид:

$$F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} + \frac{d^2}{dx^2} F_{y''} - \dots \pm \frac{d^n}{dx^n} F_{y^{(n)}} = 0$$

оно — порядка  $2n$ ; в качестве граничных условий в случае неподвижных концов задаются значения функции  $y$  и  $n-1$  ее производных при  $x=x_0$  и  $x=x_1$ . Расширяя постановку вопроса в другом направлении, мы приходим к задаче об экстремуме двойного интеграла, распространенного на заданную площадь  $S$ , ограниченную кривой  $C$ :

$$I = \iint_S F(x, y, z, z_x, z_y) dx dy.$$

Значение  $I$  зависит от выбора функции  $z$  от двух независимых переменных  $x$  и  $y$ ;  $z_x$  и  $z_y$  обозначают частные производные  $\frac{\partial z}{\partial x}$  и  $\frac{\partial z}{\partial y}$ ; в качестве граничных условий в простейшем случае задаются значения, которые искомая функция должна принимать на контуре  $C$ . В этом случае для определения  $z$  получается уравнение с частными производными 2-го порядка:

$$F_z - \frac{\partial}{\partial x} F_{z_x} - \frac{\partial}{\partial y} F_{z_y} = 0.$$

Встречаются и более сложные задачи, где  $F$  выражает зависимость от частных производных функции  $z$  порядка второго и высших.

Наряду с изложенным способом решения задач В. и. (сведением их искусственным приемом к дифференциальным уравнениям), в последнее время все большее распространение получают т. н. прямые методы, ставящие целью непосредственное разыскание функции, решающей задачу В. и. Из них для приложений особенно важен метод

Ритца — нахождения приближенного решения задач В. и. Сущность его такова. Выберем систему функций  $\omega_1(x)$ ,  $\omega_2(x)$ ,  $\omega_3(x)$ , ... так, чтобы их линейная комбинация в конечном числе:

$$y_n = c_1 \omega_1 + c_2 \omega_2 + \dots + c_n \omega_n$$

( $c_1, c_2, \dots, c_n$  — постоянные) могла с любой точностью представить всякую непрерывную функцию, удовлетворяющую данным граничным условиям [такова для граничных условий  $y(0)=0$ ,  $y(\pi)=0$  система:  $\sin x$ ,  $\sin 2x$ ,  $\sin 3x, \dots$ ; для любого интервала и любых условий на концах — система соответственным образом подобранных многочленов от  $x$ ]. Задав число  $n$ , подставим выражение  $y_n$  на место  $y$  в  $I_c$  и интегрируем, рассматривая  $c_1, c_2, \dots, c_n$  как параметры:

$$\int_{x_0}^{x_1} F(x, y_n, y_n') dx = \Phi(c_1, c_2, \dots, c_n).$$

Находим экстремум этой последней функции по правилам дифференциального исчисления; имеем  $n$  уравнений:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial c_1} = 0, \frac{\partial \Phi}{\partial c_2} = 0, \dots, \frac{\partial \Phi}{\partial c_n} = 0$$

для определения  $n$  неизвестных  $c_1, c_2, \dots, c_n$ . Вставляя найденные значения в выражение для  $y_n$ , найдем функцию, приближенно представляющую экстремаль. Приближение, вообще говоря, будет тем точнее, чем большим числом членов  $n$  мы задаемся.

В. и. имеет большое приложение в механике, в связи с так назыв. принципом Гамильтона. Рассмотрим сначала этот принцип в применении к механике системы точек. Пусть положение системы вполне определяется  $n$  независимыми параметрами (обобщенными координатами)  $q_1, q_2, \dots, q_n$ . Чтобы знать движение, нам надо определить  $q_1, q_2, \dots, q_n$  в функции времени  $t$ . Так как в нашем случае связи не зависят от времени, живая сила (кинетическая энергия) системы имеет вид:

$$T = \sum_1^n A_{ik}(q_1, \dots, q_n) \dot{q}_i \dot{q}_k.$$

где  $\dot{q}_i = \frac{dq_i}{dt}$ .

Пусть внешние силы зависят только от положения системы точек и имеют потенциал; тогда потенциальная энергия будет функцией положения системы:

$$V = V(q_1, q_2, \dots, q_n).$$

Принцип Гамильтона утверждает, что истинное движение в промежутке времени от  $t_0$  до  $t_1$  протекает так, что для интеграла

$$I = \int_{t_0}^{t_1} (T - V) dt$$

искомые функции  $q_i(t)$  обращают в 0 его вариацию:  $\delta I = 0$ . Т. к. в большинстве случаев действительного движения этот интеграл есть минимум, а функция  $T - V$  носит в механике название действия, то данный принцип часто называют принципом наименьшего действия. Применяя методы В. и. и замечая, что  $V$  не зависит от  $q_1, q_2, \dots$ , мы приходим для определения  $n$

функций  $q_i(t)$  к системе из  $n$  дифференциальных уравнений:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial (T - V)}{\partial q_i} = 0,$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Это — ур-ия движения в форме, указанной Лагранжем.

В применении к механике системы принцип Гамильтона эквивалентен законам Ньютона, представляя простую математическую формулировку законов движения. Распространенный на механику непрерывной среды, он дает возможность легко выводить дифференц. ур-ия движения. Возьмем, напр., случай колебаний упругого стержня, расположенного на оси  $x$  с концами при  $x=0$  и  $x=l$ ; обозначим через  $u(x, t)$  отклонение точки с абсциссой  $x$  от положения равновесия в момент времени  $t$ . Обозначая через  $\rho$  линейную плотность стержня, получаем для  $T$  выражение:

$$T = \frac{1}{2} \int_0^l \rho u_x^2 dx.$$

Потенциальная энергия элемента длины  $dx$  стержня пропорциональна квадрату кривизны; пренебрегая в выражении кривизны

$$\frac{u_{xx}}{(1 + u_x^2)^{3/2}}$$

по малости  $u_x$  членом  $u_x^2$  в знаменателе и беря фактор пропорциональности в виде  $\frac{\mu}{2}$ , имеем для потенциальной энергии всего стержня:

$$V = \frac{1}{2} \int_0^l \mu u_{xx}^2 dx.$$

Принцип Гамильтона дает:

$$\delta \int_{t_0}^{t_1} (T - V) dt = 0,$$

или

$$\delta \int_{t_0}^{t_1} \int_0^l \left( \frac{\rho}{2} u_t^2 - \frac{\mu}{2} u_{xx}^2 \right) dx \cdot dt = 0.$$

Применяя ф-лу вариации двойного интеграла, получаем:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho u_t) + \frac{\partial^2}{\partial x^2} (\mu u_{xx}) = 0,$$

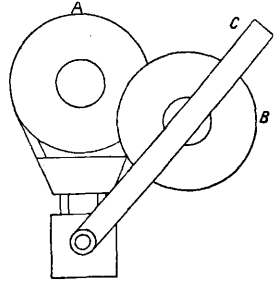
или, в случае постоянных  $\rho$  и  $\mu$ ,

$$\rho u_{tt} + \mu u_{xxxx} = 0.$$

Помимо теоретич. значения, принцип Гамильтона в последнее время получает все большее значение в приложениях, где он позволяет весьма трудную задачу решения дифференц. ур-ий с частными производными при заданных граничных условиях заменить задачей нахождения экстремума интеграла, для приближенного решения которой применяется, например, метод Рунга.

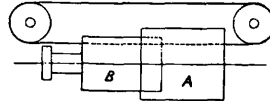
Лит.: Егоров Д. Ф., Основания вариационного исчисления, М.—П., 1923; Courant K. and Hilbert D., Methoden d. mathematischen Physik, B. 1, Berlin, 1924; Frank R. und Mises R., Differential- und Integralgleichungen der Mechanik und Physik, Braunschweig, 1925. В. Степанов.

**ВАРИОМЕТР**, прибор для получения плавно изменяющейся *самоиндукции* (см.). В. состоит из двух катушек, последовательно соединенных между собой. Изменение самоиндукции В. достигается помощью плавного перемещения одной его катушки по отношению к другой. На фиг. 1 представлен В., состоящий из двух

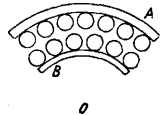


Фиг. 1.

плоских спиральных катушек: катушка А неподвижна, катушка В насажена на вращающуюся рукоятку С. Фиг. 2 представляет вариометр, состоящий из двух цилиндрич. катушек: катушка А (большого диам.) неподвижна, катушка В перемещается при помощи нити, перекинутой через ролики, по прямой линии, вплоть до положения, когда она входит целиком в неподвижную катушку А. На фиг. 3 и 4 представлены В., подвижные катушки которых В вращаются внутри неподвижных катушек А вокруг оси О, про-

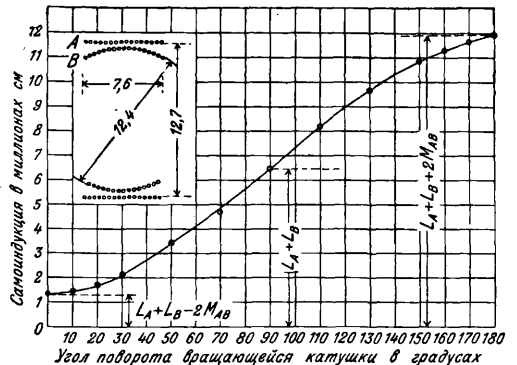


Фиг. 2.



Фиг. 3.

ходящей сквозь неподвижную катушку; вращающиеся катушки поворачиваются на 180° и обратно. В В. такого рода неподвижная катушка называется *статором*, а вращающаяся — *ротором*. У В., представленного на фиг. 4, статор — цилиндрич. катушка, а ротор — шаровидная; внешний диам. ротора здесь очень близок по величине



Фиг. 4.

к внутреннему диам. статора, что дает большую, чем в предыдущем случае, величину магнитной связи между ротором и статором. В В., представленном на фиг. 3, и статор и ротор — шаровидные катушки, близкие друг к другу по своим диаметрам и размерам, что дает максимальную величину магнитной



связи между катушками. Самоиндукция  $V$  определяется формулой

$$L = L_A + L_B + 2M_{A \cdot B},$$

где  $L_A$  — коэфф. самоиндукции его неподвижной катушки,  $L_B$  — коэфф. самоиндукции его подвижной катушки, а  $M_{A \cdot B}$  — коэфф. их взаимной индукции (см.). Для каждого вида  $V$ .  $L_A$  и  $L_B$  — величины постоянные, а  $M_{A \cdot B}$ , являясь функцией положения подвижной катушки, величина переменная. Таким образом пределы изменения самоиндукции  $V$  зависят от пределов изменения  $M_{A \cdot B}$ . В  $V$ ., представлен. на фиг. 1 и 2, величина  $M_{A \cdot B}$  меняется от некоего минимума до некоего максимума, не меняя своего знака; поэтому пределы изменения самоиндукции таких  $V$  относительно невелики. В  $V$ ., представлен. на фиг. 3 и 4,  $M_{A \cdot B}$  меняется в пределах от  $-M_0$  до  $+M_0$ , где  $M_0$  — наибольшее абсолютное значение  $M_{A \cdot B}$  (соответствующее тому положению, когда оси симметрии обмоток ротора и статора совпадают); поэтому пределы изменения самоиндукции  $V$  в случаях фиг. 3 и 4 значительно выше, чем в случаях фиг. 1 и 2. Шаровидный  $V$ . (фиг. 3) как обладающий наибольшей магнитной связью между катушками, а потому и наибольшей величиной  $M_0$ , представляет наибольшие пределы изменения самоиндукции.

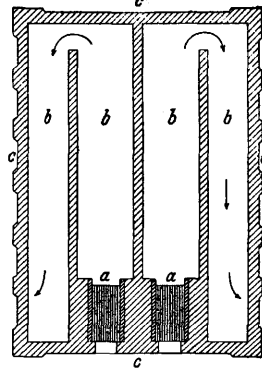
Лит.: Фрейман И. Г., Курс радиотехники, Л., 1924; Зеннекк Ж. и Рикор Н., Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, Stuttgart, 1925; Wigge H., Rundfunktechnisches Handbuch, Berlin, 1925; Morse Gott J., Principles of Radio Communication, New York, 1927. Д. Виккер.

**ВАРНИЦА**, закрытое деревянное или каменное помещение, в котором производится выварка поваренной соли из соляных рассолов. Собственно варка соли производится в больших железных, прямоугольной формы приборах, имеющих, напр., на пермских з-дах такие размеры: длина 12,8 м, ширина 8,5 м и высота 0,3 м; эти приборы называются сквородами или циренами (чренами). Солеварение — древнейший способ получения поваренной соли. Расход горючего материала для испарения воды из рассолов весьма значителен, и это обстоятельство заставляло постоянно видоизменять способы выварки, а вместе с тем и устройство  $V$ . В разных местах СССР солеварение производится в  $V$ . двух типов — черной и белой.

Черная  $V$ ., более древняя по происхождению, представляет помещение из четырех стен и крыши, без окон и лишь с двумя дверями — одной для выноса соли, а другой для входа рабочих; объем варницы — от 4 176 до 4 370 м<sup>3</sup>. Во время процесса солеварения обе двери наглухо закрываются, и, кроме трех отверстий в крыше, сообщений с внешней атмосферой нет. В помещении на столбах укрепляют цирен, под которыми находятся две, редко три ямы (устья), трапециoidalного сечения. В ямы накладывают в два, иногда в три ряда дрова, в количестве до 9,7 м<sup>3</sup> в каждую. К устью по особому каналу с дверцами подводится воздух для горения. Продукты горения, проходя под циреном, нагревают его, испаряют воду рассола, затем по особым каналам попадают в  $V$ ., смешиваются здесь с парами и, удаляясь из

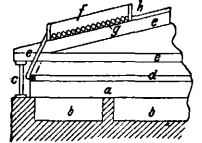
$V$ . через три отверстия в крыше, увлекают за собой пар и как бы вентилируют  $V$ . На черных  $V$ . выпаривание рассолов ведется при слабой тяге, и усилия рабочих направлены к тому, чтобы замедлить горение, что дает больше выхода соли на единицу топлива.

Белая  $V$ . — устраивается с площадью пола в 223—242 м<sup>2</sup>; цирен в 111 м<sup>2</sup> устанавливается на четырех кирпичных стенках с (фиг. 1); кроме того он поддерживается еще чугунными колоннами, на которых положены рельсы. Топки  $a$  помещаются в передней части цирена. Подциренное пространство вдоль длины помещения делится стеной



Фиг. 1.

на две равные части, а эти последние делаются простенками, идущими от передней стены и не доходящими до задней. Продукты горения, выходя из топок, делают два оборота



Фиг. 2.

(иногда три) по дымовым ходам  $b$  под циреном, входят потом под сушила (площадью 55—65 м<sup>2</sup>) и отсюда уходят в трубу. В белых  $V$ . дым уже не смешивается с паром и не заполняет  $V$ . Над циреном  $a$  (фиг. 2) находится колпак, состоящий из стропильных ферм  $e$ , обшитых досками  $h$ , и поддерживаемый колоннами  $c$ . Вдоль длинных сторон цирена досками выделено пространство  $f$  (отечный закром), отделенное от колпака брусками ромбоидального сечения  $g$ , поставленными на ребро. Вдоль длинной стенки цирена сделаны в колпаке ставни  $i$ , закрывающие отверстия для выгребов соли. Пар из колпака отводится трубой, сверху закрытой навесом, а с боков имеющей отверстия для вывода пара. Белые  $V$ . на Урале называются бававарками, по сходству их устройства с баварскими  $V$ .; на других же з-дах Урала белые  $V$ . сходны с прусскими, а нек-рые — с австрийскими  $V$ .

На уральских черных  $V$ . выход соли на 9,7 м<sup>3</sup> дров доходит до 1 146 кг, а суточный выход с цирена — до 7,5 т; на белых  $V$ . выход соли на 9,7 м<sup>3</sup> дров — до 1 638 кг.

Лит.: Загаевский К., Черные и белые варницы в Усолье, «Горный журнал», т. 4, Петербург, 1883. М. Сергеев.

**ВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ**, открытые сосуды, служащие для нагревания или выпаривания. Простейшего вида  $V$ . а., или котел, представляет собой обогреваемый снаружи огнем сосуд, внутри к-рого помещается обрабатываемая жидкость.  $V$ . а. с обогревом открытым огнем в настоящее время употребляется в домашнем хозяйстве, в кустарных, химич. и пищевых производствах, где для обработки требуется высокая  $t^\circ$ . Такие конструкции  $V$ . а. встречаются и в промышленности как пережиток старого, например

котлы для варки мыла в мыловаренной промышленности. В. а. или котлы для парового обогрева или обогрева какой-либо горячей жидкостью строятся для самых разнообразных отраслей промышленности, начиная с основной — химич. и кончая сравнительно небольшой — кондитерской. Материалами для постройки В. а. служат: чугун, железо, кислотоупорная сталь, медь, алюминий, никель, фарфор, кварцевый материал и др. в зависимости от цели, для к-рой В. а. предназначены. Наиболее распространенный металл для В. а. — железо. Чугун употребляется для отливки сравнительно небольших аппаратов и для котлов, в к-рых обрабатываются химически активные жидкости. Если в таких В. а. или в котлах обрабатываются сильные кислоты, то внутреннюю поверхность покрывают свинцом или кислотоупорной эмалью. Красная медь как дорогой материал употребляется только в случае крайней необходимости, большей частью для В. а. в пищевой и химико-фармацевтической промышленности. Никель применяют часто для котлов, предназначенных для варки пищи.

При постройке В. а. и котлов им придают такую геометрию, форму, к-рая для своего выполнения потребовала бы наименьшего количества материала и обладала бы наибольшим сопротивлением. К таким формам относятся: цилиндр, конус, шар и полусфер. Днища В. а. следует делать выпуклыми, шаровыми или вогнутыми. Плоских днищ следует избегать, т. к., по условиям прочности, они должны быть слишком толстыми и, следовательно, будут обладать малой теплопроводностью. Плоские днища рекомендуются применять только в тех случаях, когда они служат опорой и когда обогреваются лишь стенки В. а. или котла. При расчете В. а. приходится определять поверхность нагрева, пользуясь формулой

$$H = \frac{Q}{K \cdot \vartheta_m},$$

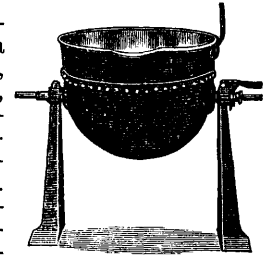
где  $H$  — поверхность нагрева в  $m^2$ ,  $Q$  — количество тепла, потребного на нагревание или выпаривание в ед. времени,  $K$  — коэфф. теплопередачи,  $\vartheta_m$  — средняя разность  $t^\circ$ . Количество тепла  $Q$ , необходимого для нагревания, определяется по ф-ле:

$$Q = Mc(t_2 - t_1),$$

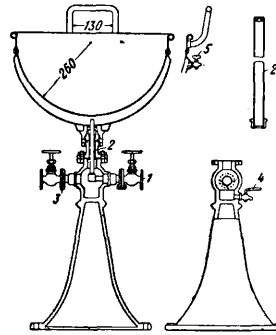
где  $M$  — вес нагреваемой жидкости в кг,  $c$  — ее теплоемкость,  $t_1$  — начальная темп-ра жидкости,  $t_2$  — конечная температура жидкости. Коэфф.  $K$  зависит от многих причин; главные из них: материал, из к-рого сделан В. а., и условия работы. Расход тепла и  $\vartheta_m$  в случае выпаривания определяются, как указано для вакуум-аппарата (см.).

В. а. из чугуна отливаются, а железные изготавливаются из отдельных листов, к-рые соединяют однорядным заклепочным швом или сваривают. Медные В. а., если они небольшого размера, выковывают или штампуют из целого куска или листа меди. Если варочные аппараты делаются для парового обогрева, то в небольших аппаратах для увеличения поверхности нагрева греющая камера делается в виде двойного дна, а в больших аппаратах применяется змеевик.

На фиг. 1 изображен чугунный вароч. аппарат, внутри эмалированный, обогреваемый при помощи двойного дна (кожуха), предназначенный для выпаривания к-т, разъедающих металлы. Пар пускается между стенками котла и кожуха В. а. через отверстие, имеющееся в кожухе, и уходит через другое отверстие, расположенное на противоположной стороне. Наружная и внутренняя рубашки соединяются между собой болтами при помощи фланцев, отлитых вместе с рубашками. Фиг. 2 изображает красномедный вароч. аппарат небольшого размера. Пар пускается через вентиль 1 в пространство между стенками котла, а конденсат выходит через отверстия в цилиндрическое пространство вокруг впускной трубы 2 и удаляется отводящим паропроводом, который присоединяется к вентилю 3. Для спуска конденсата при первоначальном пуске варочного аппарата в стойке, на которой стоит аппарат, имеется спускной кран 4; для спуска воздуха при гидравлической пробе имеется малый воздушный кран 5. Иногда варочные аппараты снабжаются мешалкой (фиг. 3), а в случае надобности строятся и опрокидываемые. Для контроля работы варочного аппарата и для безопасности их снабжают манометром и предохранительным клапаном.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Расчет котла на прочность производится по формулам Баха:

1) Толщина стенки наружной рубашки при выпуклых днищах, которые подвержены внутреннему давлению, может быть определена из соотношения:

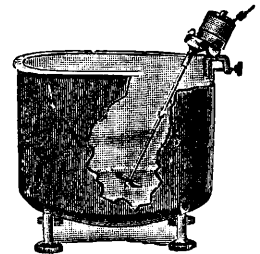
$$S = \frac{p \cdot R}{200k_2} + 0,1,$$

где  $S$  — толщ. стенки в мм,  $p$  — наибольшее давление в  $кг/см^2$ ,  $R$  — радиус днища в мм,  $k_2$  — допускаемое напряжение в  $кг/мм^2$ , равное для меди 4, при  $t^\circ$  греющего пара до  $200^\circ$ .

2) Для определения толщины стенки шарового днища, подверженного наружному давлению, можно воспользоваться формулой:

$$S = \frac{p \cdot R}{200k} + 0,1,$$

где  $k = 0,4k_2$ . Прибавка в 0,1 делается на неровности листов и на разъедание.



Фиг. 3.

Лит.: Тищенко И. А., Основные процессы и аппараты химич. технологии, литогр. изд. МВТУ, 1923; Киров А. А., Аппаратура и основные процессы химической технологии, М.—Л., 1927; Hausbrand E., Verdampfen, Kondensieren und Kühlen, 6 Aufl., Berlin, 1924; Hönigke G., Dampffass- und Apparatebau, Berlin, 1924. А. Шур.

**ВАТА**, род дисперсной системы из твердого упругого тела в упруго-жидкой или капельно-жидкой непрерывной среде. Отличительный признак В.—строение ее дисперсной фазы, состоящей из достаточно большого числа отдельных упругих, перепутанных между собой волокон, которые ни в какой области, достаточно малой сравнительно со всею областью системы, но достаточно большой сравнительно с поперечником волокон, не имеют какого-либо преобладающего направления; при этом ось каждого из них имеет вид линии двойкой кривизны, отношение длины к толщине весьма велико, а отношение длины ко всей области системы довольно мало. Перепутанность волокон В. формально-геометрически м. б. определена как невозможность построить выпуклую поверхность, охватывающую одно только волокно и не содержащую других волокон. Отсутствие преобладающего направления волокон выражается как равновероятность любого направления оси; если же есть одно из направлений волокон весьма мало вероятное, то такая В. называется вой-

локом. Сопряженно-родственна В. другая дисперсная система—губка, представляющая почти негатив ваты: в губке непрерывная среда состоит из твердого упругого тела, а дисперсная фаза—из капельно-жидкого или упруго-жидкого вещества.

**Общие свойства.** Из формальных свойств В. вытекают ее физич. особенности. Состоя из бесчисленного множества отдельных, равномерно и разносторонне распределенных пружинок-волокон, В. представляет систему однородную и изотропную (собственно квази-гомогенную и квази-изотропную). Кроме того, эти пружинки трутся друг о друга в бесчисленных контактах: отсюда—способность В. заглушать всякие колебания и толчки. Далее эти волокна образуют бесчисленные петли, и по любому направлению всегда найдется достаточно число весьма узких петель; отсюда—способность В. задерживать мельчайшие частицы при фильтрации газов и жидкостей. Далее пространства между петлями образуют сложные и причудливые капилляры: отсюда—способность В. всасывать жидкости, удерживать их в своей толще и передавать их по направлению, где эта жидкость из ваты извлекается. Теснота и извилистость каналов, наполненных газом (или, соответственно, жидкостью), служит задержкою конвекцион. движений: отсюда—теплоизолирующие свойства

Табл. 1.—Функциональная классификация ваты.

Технич. эффект ваты	Цель применения ваты	Способ применения
Пружинящий	1. Распределение внутренних давлений 2. Защита от внешних усилий	Мягкая подстилка приборов, установок и т. д. Упаковка при перевозке. Хирург. и терапевтическая повязка
Глушащий	3. Задержка механич. толчков и сотрясений как внутрен., так и внешних 4. Задержка звуковых колебаний как внутренних, так и внешних	Механическая изоляция Звуковая изоляция
Сцепляющий	5. Механич. укрепление пропиток, потом застывающих 6. Механич. укрепление пропиток, остающихся полужидкими	Твердые изоляционные материалы Полужидкие изоляционные материалы
Контактный	7. Легкая изменчивость контактной электропроводности	Когереры Изменчивые сопротивления
Фильтрующий	8. Задержка мелких частиц с целью очистки от них фильтрата 9. Задержка мелких частиц с целью освобождения их от фильтрата	Фильтры для жидкостей в производстве и лабораториях. Фильтры газов для очистки воздуха и других газов. Медицинск. перевязки, задерживающие микроорганизмы
Всасывающий	10. Осушение жидкости с не-рой области 11. Собираение жидкости с целью сохранения 12. Проведение жидкости в определенном направлении 13. Удержание жидкости в порах с целью овлажнения резервом влаги 14. Удержание в порах жидкостей со специальным назначением 15. Удержание в порах застывающ. жидкостей с целью образования тверд. тела	Фитили, сифоны Антисептическая вата и т. п.
Противоохлаждающий	16. Задержка тепла 17. Задержка холода	Теплоизоляция Холодоизоляция

ваты. Многочисленность соприкосновений отдельных волокон может содействовать чрезвычайно усиленному контактному электрич. эффектам (напр. эффект Бранли и эффект Ребуля). Наконец, чрезвычайно большое значение удельной поверхности В. (отношение поверхности к объему), при наличии легкой проницаемости толщи В., ведет к особенностям электрофореза в В. Эти основные эффекты определяют области, в которых применяется В.; классификация применений представлена в табл. 1.

В виду многообразия применений В. технические условия на нее не во всех случаях тождественны; однако большинство требований распространяется на все случаи применения. Суммарный список важнейших встречающихся обычно требований таков: 1) тонина волокна, 2) длина волокна, 3) упругость волокна, 4) прочность волокна, 5) нехрупкость волокна, 6) нестареемость волокна, 7) кажущийся уд. вес В., 8) теплоустойчивость, 9) холодостойкость, 10) негигроскопичность или, наоборот, гигроскопичность, 11) неизменяемость от влаги, 12) стойкость по отношению к органическим растворителям, 13) кислотостойкость, 14) щелочестойкость, 15) огнестойкость, 16) химическая инертность вещества волокон, 17) отсутствие посторонних частиц, 18) незагрязненность жиром и т. д., 19) электропроводность, 20) нетеплопроводность волокна, 21) определенный цвет, 22) экономическая доступность ваты данного рода для данного применения.

Классификация В. по роду вещества, из которого состоят ее волокна, и толщина элементарного волокна различных родов ваты приведены в табл. 2 и 3.

Табл. 2.—Классификация ваты по веществу волокон.

	Минеральная	Растительная	Животная
Естественная	Асбестовая: кроцидолитовая хризотилитовая пальгорскит	Хлопковая Линтер Папья Пеньювая Сосновая Торфяная Растительный пух и т. д.	Шерстяная Шелковая Пух
	Искусственная	Шланговая Базальтовая Лавовая Кварцевая Стеатитовая Степанная Металлическая	Целлюлозная Лигнин Бумажная Вискозная и т. д.

При обширном диапазоне разнообразия геометрич., физич. и химич. характеристик волокон В. свойства отдельных ее сортов м. б. весьма различны, — тем более, что в самой структуре В. заложена чрезвычайная зависимость ее свойств также и от внешних условий — среды, механич. усилий,  $t^{\circ}$ , влажности, электрич. поля и т. д. Но, с другой стороны, определенность и своеобразие В. как структуры дает основание полагать, что м. б. найден ряд чисто формальных свойств этой дисперсной системы, присущих ей незави-

Табл. 3.—Толщина волокна ваты.

Виды волокна и тонких нитей	Толщина в $\mu$
Волос грубошерстной овцы . . . . .	76—83
Низкий сорт меринос. шерсти . . . . .	35—40
Самая тонкая меринос. шерсть . . . . .	12—15
Пух кашемирской козы . . . . .	10—15
Хлопок . . . . .	12—40
Пенька . . . . .	16—30
Лен . . . . .	12—26
Шелк . . . . .	10—21
Японское волокно . . . . .	4—18
Кроцидолит капский . . . . .	9
Паутина . . . . .	2,5
Хризотил канадский . . . . .	1,0—1,5
Хризотил уральский . . . . .	0,75
Кварцевые нити Бойса . . . . .	0,3—1,0
Стеатитовые нити . . . . .	подобны кварцев.
Волластонская платиновая нить . . . . .	1,5
Металлические (Pb, Sb, Bi, Au, Ag, Cu, Fe, Sn, Cd, Co) нити по способу Тейлора [1] . . . . .	0,1
Платиновая нить самая тонкая . . . . .	0,05

симо от природы волокна и среды. Однако эта работа еще не проделана, и пока приходится ограничиваться в качестве примеров лишь несколькими предварительными указаниями на эмпирически отмеченную взаимозависимость свойств у нескольких отдельных видов ваты.

Объем волокон составляет сравнительно небольшую часть общего объема В. (табл. 4),

Табл. 4.—Содержание твердого вещества в вате.

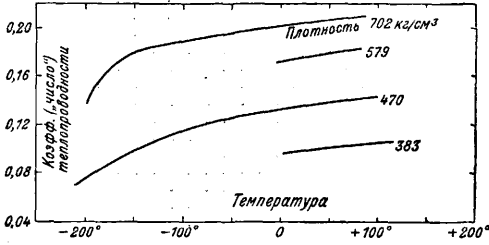
Род ваты	Содержание в 1000 объемах ваты	
	объемов твердого вещества	объемов воздуха
Свободно лежащая шерсть . . . . .	56	944
Гусиный пух . . . . .	50	950
Расчесанная вата . . . . .	20	980
Волосяной войлок . . . . .	185	815
Тонкий асбест . . . . .	81	919
Воздушное пространство . . . . .	0	1000

и потому уд. вес В. (так наз. кажущийся) мало зависит от уд. веса волокон, хотя последний обычно колеблется в пределах 1—3, а в отдельных случаях металлической В. может дойти даже до 22. В гораздо большей степени уд. вес ваты меняется с давлением и, следовательно, он характеризует узость капиллярных ходов между волокнами. Поэтому с возрастанием уд. в. теплоизолирующие свойства В. повышаются, но лишь до известного предела, после которого существование значение получает теплопроводность самого вещества волокон, в силу количественного скопления их и многочисленности контактов. По опытам Мадисона, теплоизоляционные свойства В. достигают наивысшего значения при уд. весе 0,14—0,19, при чем различные минеральные составы по величине теплопроводности близки друг к другу. Зависимость теплопроводности асбеста от температуры, при различной плотности его, характеризуется кривыми Г. Грёбера [2]. Как видно из этих кривых (фиг. 1), в пределах от  $-100$  до  $+100^{\circ}$  теплопроводность зависит

от температуры линейно и может быть выражена в этих пределах соотношением

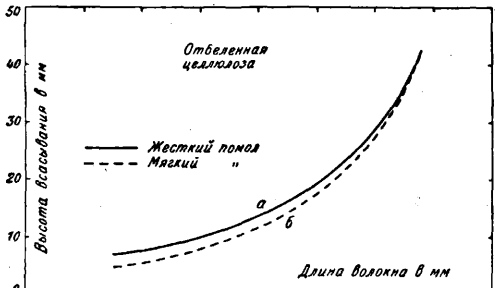
$$k_t = 0,29 d + 10^{-4} t,$$

где  $k_t$ —число теплопроводности,  $d$ —плотность в  $кг/м^3$ , а  $t$ —темпера в  $^{\circ}C$ . Капиллярная всасываемость ваты в зависимости от



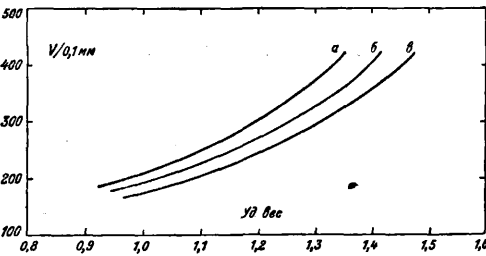
Фиг. 1.

длины волокна показана кривыми Гофмана-Якобсона [3], относящимися к отбеленной целлюлозе (фиг. 2); при этом кривая а соответствует жирному размолу волокон, а



Фиг. 2.

кривая б—тощему. Кривые А. Флемминга и А. Монкгауза характеризуют зависимость пробойной крепости прессшпана (т. е. войлока из растительных волокон) от его уд. веса (фиг. 3): кривая а относится к джуту



Фиг. 3.

и пеньке, б—к хлопку, а в—к бумажным волокнам. Наконец кривые Л. Шюллера [5] показывают зависимость механич. прочности бумаги и хлопка от  $t^{\circ}$  (фиг. 4); кривые а относятся к бумаге в масле ( $a_1$ ) и в воздухе ( $a_2$ ), а кривые б—к хлопку в масле ( $b_1$ ) и в воздухе ( $b_2$ ).

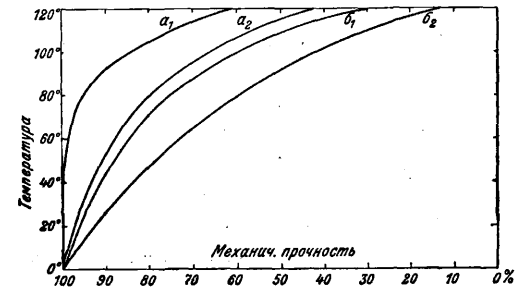
Содержа многочисленны капиллярные каналы, в. способна, при равновесии с окружающей газовой средой, скоплять в себе влагу, содержание которой зависит как от относительной влажности среды, так и от

рода волокон. Приведенная ниже табл. 5 дает сопоставление соответственных чисел.

Табл. 5.—Поглощение влаги волокнами ваты.

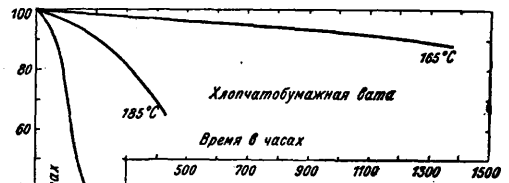
Относит. влажн. атмосферы (в %)	15	30	50	70	90
	Род ваты	Поглощенная влага (в весовых процентах сухого вещества)			
Гигроскопическая В.	8,9	10,1	20,6	22,2	25,8
Хлопчатобумажная ткань	2,99	4,56	6,7	9,6	13,5
Шелк-сырец	5,0	7,1	9,0	13,3	19,0
Бумажная масса (соновая)	4,55	6,3	7,9	9,5	12,0
Пух	5,0	6,4	8,1	10,4	12,7
Асбестовое волоно.	0,22	0,26	0,40	0,62	0,84
Степальная вата	0,09	0,09	0,17	0,23	0,40

Весьма важным представляется вопрос о старении в. Обладая значительной удельной поверхностью (напр. в хлопчатобумажной в. отношение поверхности в  $см^2$  к массе в г составляет от 2 000 до 3 333), при чем поверхность доступна воздуху, сырости и другим влияниям, в. должна претерпевать усиленное воздействие химических агентов. Кроме того, технические свойства в.



Фиг. 4.

существенно зависят от поверхностного натяжения волокон, и потому большое развитие поверхности ведет к ускоренному изменению свойств ваты и в силу изменения молекулярных свойств поверхности. На в.



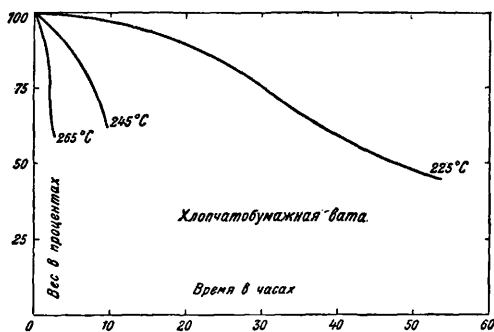
Фиг. 5.

органич. состава сказываются в первую очередь химические процессы (окисление и т. п.); на вате минерального состава—физическ. процессы (расстекловывание, выветривание поверхности и т. д.); на в. шлаковой и металлической—те и другие. На основании работ Т. Кухираи и Т. Акахиры [6] (кривые зависимости между весом хлопковой ваты и временем прогрева для различных температур приведены на фиг. 5 и 6) в Отделе

материаловедения Государственного экспериментального электротехнического института подобрана для старения хлопковой ваты приближенная формула

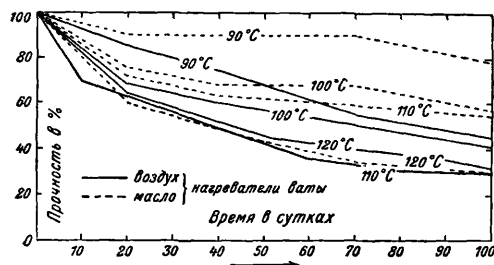
$$\lg \tau = \frac{7.028}{T} - 909 e^{\frac{1.1508}{w}} + 12000,$$

связывающая время старения  $\tau$  в час с абсолютной темп-рой  $T$  и с потерей веса  $w$  в процентах начального веса  $V$ . Экстраполяция этой формулы и аналогичных, полученных



Фиг. 6.

для других материалов (см. Волокнистые изоляционные материалы), позволяет предвидеть время, в которое при данной температуре произойдет определенная степень постарения данного материала. Так, хлопковая вата при 105° теряет 10% своего веса через 52 года 7 месяцев и 11 дней. Утрата материалом того или иного свойства, выраженная в процентах  $p$  начального значения этого свойства, может быть представлена, далее, как функция от потери веса через постарение  $p = \varphi(w)$ . Зная функции  $\varphi$  (напр.



Фиг. 7.

уменьшение прочности хлопковой  $V$ . в зависимости от времени, представленное графически на фиг. 7), можно, в силу соотношения  $w$  с  $T$  и  $\tau$ , вычислить срок, в который  $V$ . утратит  $p$  % рассматриваемого свойства при заданной температуре.

Технологические данные о  $V$ . различных видов приводятся в статьях о соответственных материалах [7]. Здесь же необходимо сделать несколько дополнительных замечаний.

**Минеральная  $V$ .** Из асбестовой  $V$ . изготавливаются: 1) светильни в тех случаях бытовой и лабораторной практики, когда требуется несгораемый фитиль; 2) лабораторные фильтры, когда требуется тонкость пор и стойкость против  $K$ -т, щелочей и других агентов, разрушающих обычные филь-

тры; 3) микробиологические фильтры, когда требуется особая тщательность фильтрации, — наприм. асбестовый микро-мембран-фильтр Брейера (Вена) для фильтрации воды, изготовляемый из асбестовой взвеси, имеет ок. 2¼ млн. пор на 1 мм<sup>2</sup> и задерживает самые мелкие микроорганизмы; 4) газовый фильтр Римаюнци; 5) винодельные фильтры, дающие в 17 раз более быструю фильтрацию вина сравнительно с другими способами, задерживающие бродильные начала и имеющие ряд других преимуществ (наиболее пригоден здесь уральский асбест в германской обработке, или «фильтр-асбест» Ин-та прикладной минералогии, тогда как канадский сообщает вину особый запах, австрийский или итальянский — хрупки, а капский имеет грязный цвет); 6) асбестовые матрацы, из асбестовой ткани, с асбестовоу набивкою (преимущественно капского асбеста), простеганные асбестом, применяются для тепловой изоляции паровозных и паровых котлов, труб и т. д., когда приходится бороться с излучением или поглощением теплоты, в частности — для сульфитных кипятильников бумажных фабрик (вес таких матрацов ок. 0,4 кг на 1 м<sup>2</sup>); 7) химические препараты для наполнения стеклянных трубок, применяемых при нагревании газов. Асбестовая  $V$ . применяется для покрытия серебром, палладием, платиной как катализаторами, медью и окисью меди для органических сжиганий, двуокисью свинца для задержания окиси азота, а также как «носитель» платины в контактной массе, для производства серной  $K$ -ты и т. д.

**Шлаковая  $V$ .** [8], называемая также несгораемой или минеральной ватой, шлаковой шерстью, волокнообразным шлаком, изготавливается из доменных шлаков. Боковая струя пара, пересекая струю расплавленного шлака, распыляет ее в тончайшие стекловидные волоски, подобные стеклянным нитям, но более темные и химически менее стойкие. Содержа сернистые металлы, они разлагаются под влиянием воздуха и сырости, выделяя сероводород. Поэтому рекомендуется предварительно сплавлять шлаки с 9% гипса-сырца, что доводит содержание серы до 0,02%, или, по предложению Э. Д. Эльберса, — с пережженным гипсом, что еще более понижает содержание серы. Шлаковая вата применяется как наиболее дешевый и огнестойкий тепло- и звукоизоляционный материал — для заполнения стен, для одежды паропроводов, котлов и труб, проводящих горячее дутье, и т. д.

**Стеклопанная  $V$ .** [9]. Производство ее держится в секрете, в общих же чертах таково: оттянутый на паяльном столе кончик стеклянного створа прикрепляют к вращающемуся барабану; стекло подвергается постоянному нагреву, а непрерывно вытягиваемая стеклянная нить наматывается на барабан и снимается с него уже в готовом виде. Стеклопанная вата идет на химические кислотоупорные фильтры, изоляционные и невоспламеняющиеся ткани, а также для различных украшений.

**Растительная  $V$ .** Сосновая  $V$ ., называемая также древесной ватой, лесной или

сосновой шерстью, получается из игол хвойных деревьев — сосны, ели, пихты, кедра и пр. После пропарки паром в деревянных бочках для извлечения эфирного масла иглы варят в течение нескольких часов с содою и известью или с едким натром. Разваренные иглы разбивают затем на волокна в особых аппаратах — голландерах, прессуют и упаковывают в тюки. Сосновая вата имеет вид пышных комьев темнобурого или табачного цвета, она хорошо отбеливается и тогда может быть белой, с виду похожей на хлопчатобумажную вату. Под микроскопом волокно сосновой ваты представляется в виде ровной прямой клетки, длина которой равна длине самой иглы и доходит до 75 мм (иглы ели дают волокна более короткие). Внутри клетки имеется очень узкий канал, иногда содержащий зернышки. Сосновая В. бывает разных сортов, от тончайших до грубых. Довоенная цена ее около 5 р. за 1 кг. Она применяется как медицинское средство от ревматизма, идет в шерстяные и бумажные ткани для костюмов, в фланель, бумагею для фуражек, для набивки матрацов, диванов и для одеял.

Шерсть древесная — наструганное при помощи особых машин тонкими узкими и длинными ленточками дерево, на что идут преимущественно отбросы лесопильного и лесостроительного производства. В зависимости от размера стружки и от назначения древесной шерсти различают следующие сорта: 1) упаковочная, применяемая вместо соломы и сена; длина стружки 25—30 см, толщина  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{15}$  мм, ширина 1—7 мм; 2) подстильная стружка — длиннее и толще предыдущей; идет на подстилку скоту вместо соломы; 3) набивочная — в роде упаковочной; идет на набивку мебели, матрацов, экипажных подушек; 4) древесная корпия — самая тонкая древесная шерсть; применяется в медицине; 5) крашенная — для прокладки между оконными рамами; 6) обтирочная — для обтирания машинных частей.

Лигнин — очень тонкая, непроклеенная, рыхлая, б. ч. белая бумага, изготовляемая из чистой древесной, хорошо отбеленной целлюлозы. Этот лигнин (т. е. «перевязочное средство») не имеет ничего общего с лигнином в химич. смысле, как инкрустирующею составною частью дерева. Лигнин может заменять гигроскопическую В. при перевязке ран и при операциях, а также при упаковке хрупких предметов.

Линтер, линтерованное волокно, — коротковолосая хлопковая В., получаемая с семян хлопчатника (*Gossypium*, сем. *Malvaceae*), — хлопковый пух; получается на особых машинах (линтерах) при предварительной обработке хлопковых семян в маслобном производстве.

Бумажная В. — изготовляется из рыхлой бумажной массы, состоящей исключительно из хлопковых волокон. Бумажная масса перед пропусканием ее по сити бумажной машины так разрыхляется струей горячего воздуха, что волокна ее потом не могут плотно соединиться. Эту войлочную массу, остающуюся рыхлою, сушат горячим воздухом и пропускают через поверхности с острыми и через щетки-валцы. Перевязочная бумажная В. пропитывается антисептиками; применяется вместо медицинской В.

В. гигроскопическая, или хирургическая (*Gossypium depuratum vel hugoscoricum*), — готовится из обыкновенной хлопковой В. кипячением ее в слабом растворе соды для возможно более полного обезжиривания. Иногда хлопковую В. обрабатывают для той же цели бензином, а затем уж промывают содовым раствором. Гигроскопическая В. должна быть снежно-белой, совершенно чистой, без запаха и не изменять цвета влажной нейтральной лакмусовой бумажки. Содержание золы в гигроскопической В. не должно превышать 0,6—0,8%. Сжатая между пальцами и брошенная в воду гигроскопическая В. должна немедленно погружаться, тогда как не обработанная содою В. плавает на воде. Гигроскопическая В. составляет главный перевязочный материал современной хирургии; она идет для перевязки ран либо в чистом виде либо пропитанная разными медикаментами. Так, пропитка раствором хлорного железа дает желтую кровоостанавливающую вату (*Gossypium haemostaticum*), пропитка сулемою, борною кислотою, фенолом, иодоформом и т. д. дает соответственные антисептические ваты.

Целлюлозная В. — также получается из хлопковой посредством последовательной обработки щелочью, соляною кислотою, водою, спиртом и эфиром. Получающаяся снежно-белая масса поступает на рынок либо пухообразной либо в виде проклеенных листов, идущих на фильтровальную бумагу для лабораторных работ. Другой способ получения целлюлозной ваты состоит в обработке очищенного хлопка водным раствором щелочи, потом хлором и бромом и промывкою в воде и эфире. Исходным материалом для целлюлозной ваты могут быть также дерево и солома, обрабатываемые сульфитным или сульфатн. способами. Целлюлозная вата бывает желтовато-грязноватого цвета, а после побелки — белого. Обычно прессуется в виде рыхлой папки.

Пакля — чесаное льняное волокно, но короткое, перепутанное, с примесью кострики и иногда сорной травы; бывает различной чистоты. Специально расчесанная пакля идет на льняную В. Чистое льняное расчищенное волокно применялось ранее в хирургии под названием корпии, но в настоящее время вытеснено гигроскопической ватой. Отбеленные льняные очесы, или угар бумажных ниток, продаются как суррогат хлопковой ваты. В отличие от льняного, хлопковое волокно при погружении в масло не просвечивает и имеет кутигулу, нерастворимую в аммиачной окиси меди.

Пеньковая пакля бывает разных видов. Получаемая от мятъя пеньки — называется костылевка или конопатка и имеет вид коротких перепутанных волокон; получаемая от трепки — трепловая, кулепочная пакля; получаемая от чески — чесальная пакля, очесы, пакля-волос, галушка; имеет довольно длинное волокно. Существуют и другие виды пакли из волоконных растений: кендырная, джутовая, манильская и т. д.

Растительный пух (капок) и растительный шелк, — называемые также растительной шерстью, шелко-пухом и пухом древесным, — В. из коротких и нежных волокон, добываемых из семянных коробочек различных, преимущественно тропических, растений. Растительный пух дают растения семейства Bombaceae, а растительный шелк — семейство Asclepiadaceae. Эти виды ваты идут на набивку подушек, диванов и т. д., но большого промышленного значения не имеют. Отличия этих волосков от хлопка: окрашивание иодом и серною к-той в желто-бурый цвет (хлопок окрашивается в голубой), круглый поперечный разрез (хлопок имеет плоский) и отсутствие штопорообразных извивов.

**Животная вата.** Шерстяная вата готовится из очесов, получаемых при обработке

Табл. 6.—Удельный вес и теплопроводность ваты разного рода.

Род ваты	Удельный вес		Теплопроводность	
	истинный	кажущийся	при t°	$\frac{W}{cm^2}$
Воздух неподвижный . . . . .	0	0,00129	0	0,23
Шлаковая вата . . . . .	2,5—3	0,15 0,20 0,25 0,30	30 30 30 30	0,42 0,45 0,48 0,52
Стеглянная вата . . . . .	2,4—3,7	0,22	50 100 200 300	0,418 0,500 0,651 0,813
Стальная вата . . . . .	7,7	0,152 0,101 0,076	55 55 55	0,803 0,875 0,904
Хлопчатая бумага, туго упакованная	1,50—1,55	0,08	-150 0 150	0,378 0,553 0,753
Капок (растительный пух), свободно упакованный	—	0,015	20	0,35
» туго упакованный	—	—	20	0,50
Древесная вата . . . . .	—	0,09	25	0,42
Войлок из древесных волокон . . . . .	—	0,33	30	0,52
Сваленные льняные волокна . . . . .	—	0,18	30	0,47
Пропускная бумага	—	—	20	0,63
Сваленные растительные волокна . . . . .	1,48—1,52	0,18	30	0,47
Хлопковый пух, свободно упакованный . . . . .	—	0,071	30 70	0,45 0,454
Соломенные волокна прессованные . . . . .	—	—	20	0,466
Шелковые обрезки . . . . .	1,25	0,101	0 50 100	0,442 0,524 0,595
Шерсть . . . . .	1,28—1,33	0,09	0 60 30	0,372 0,497 0,364
Шерсть чистая . . . . .	»	0,09	30	0,364
Шерсть чистая, очень свободно упакованная . . . . .	»	0,04	30	0,423
Шерсть слегка жирная . . . . .	»	0,14	0 50 100	0,394 0,438 0,582
Шерстяное одеяло . . . . .	»	0,8	75	0,77
Шерстяной войлок . . . . .	»	0,08 0,15 0,23	30 40 30	0,43 0,63 0,52
Волосяной войлок . . . . .	»	0,27	30	0,56

всякой шерсти на гребнечесальных машинах. Эти очесы называются также выческами и шерстяною паклею. Они состоят из перепутанной мелкой и коротковолосяй шерсти. Другой вид ватообразного шерстяного отброса—тертая шерсть, кноп, или шерстяная пыль. Он получается при стрижке шерстяных тканей или истирании и резании шерстяных лоскутков и идет на уплотнение и отяжеление сукна.

Имея сжатое сечение, волнистую линию оси и чешуйчатую поверхность, шерсть легко валется в прочный войлок или более тонкую кошму. Эти войлоки, из овечьей, собачьей, верблюжьей, коровьей и т. п. видов шерсти, употребляются как теплоизоляция для обшивки стен под штукатурку и т. д. Однако при уплотнении шерсти необходимо учитывать ее гигроскопичность: в сухом нагретом волокне удерживается до 12% влаги, а в очень сырое время года до 30—40%; черная шерсть гигроскопичнее светлой и белой. Более нежные тонкие и короткие волоски—подшерстка (подпушина, пуши)—дают шерстяной пух. Животный пух—верблюжий, кроличий, песцовый и т. д.—имеет еще большую гигроскопичность, чем шерсть. От птичьего пуха он отличается прямым, без бородки, строем волосков. Не менее отличается от шерсти длинный, прямой, жесткий и гладкий волос, крайним выражением которого служит щетина. При расчесывании волоса, например конского, протягиванием прядей его через гребень получают очески; таковы очески конского волоса и свиной пух.

Сопоставление удельного веса, истинного и кажущегося, с теплопроводностью различных видов ваты дано в табл. 6; здесь теплопроводность выражена в  $10^{-3}$  J на  $cm^2$  (ск., °C, см), что соответствует 0,239 cal на  $cm^2$ . В таблице 7 приведены относительные значения теплопроводности некоторых видов ваты. См. *Волокнистые изоляционные материалы и Ватное производство*.

Табл. 7.—Относительная теплопроводность ваты.

Теплоизоляционный материал	Относительное значение теплопроводности
Шлаковая вата . . . . .	100
Волосяной войлок . . . . .	117
Хлопковый войлок . . . . .	122
Овечья шерсть . . . . .	126
Воздушное пространство . . . . .	280

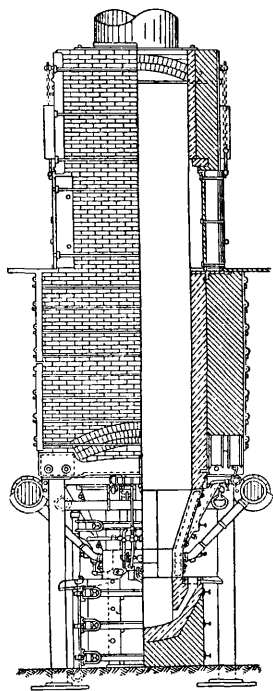
Лит.: 1) Taylor, «Phys. Rev.», Ithaca a. Lancaster, 1924, May, v. 23, 5; 2) Gröber H., «Z. d. VDI», 1910, p. 1319—24; Gröber H., Wärmeleitfähigkeit v. Isolier- u. Baustoffen, «Mitt. über Forschungsarbeiten», B., 1911, Heft CIV; 3) Hoffman F. und Jakobson P., «Papierfabrikant», Berlin, 1924, p. 227; 4) Fleming A. and Monkhouse A., «The Electrician», L., 1921, v. 87, p. 672; 5) Schüller L., «ETZ», 1916, p. 535; 6) Kuji rai T. and Akahira T., «Scient. Papers of the Inst. of Physic. and Chemic. Research», Tokyo, 1925, v. 2, p. 223—252; 7) Павленко М., Товароведение, Москва, 1915; 8) Schlieracke H., «Dingler's Journals», Stuttgart, 1877, I, p. 70; Am. II. 623 380, T. II. 331 675, T. II. от 11 июля 1877 и доб. пат. 3 513; Thomas R., «Braunkohle», Halle, 1919, B. 18, p. 27; 9) Matthews J. M., Bleaching and Related Processes, as Applied to Textile Fibers and Other Materials, New York, 1921.

П. Флоренций.



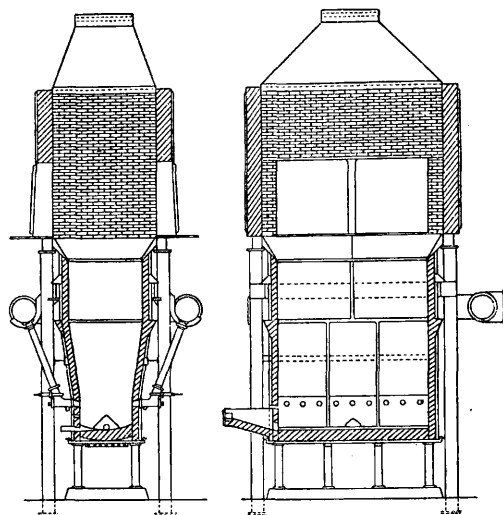
**ВАТЕР ПРЯДИЛЬНЫЙ, см. Прядение.**

**ВАТЕР-ЖАКЕТ**, название, присвоенное медно- и свинцовоплавильным шахтным печам, стенки которых представляют собой охлаждаемые водой пустотелые коробки из котельного железа. Они устроены так, обр., что внутренняя и наружная стенки вогнуты и свариваются или склепываются швом заклепок, расположенных по наружной стороне каждой стенки; т. о. получаются плотные швы, и устраняется возможность их раскрытия и взрывов от проникания воды во внутренние части печи. Вода, циркулирующая в коробках, способствует наращиванию на стенках В.-ж. твердого слоя из проплавленных материалов, образуя так наз. настывль, гарниссаж, который является так. обр. предохранительным слоем, заменяющим огнеупорную кирпичную кладку. В.-ж., как и другие медноплавильные и свинцовоплавильные шахтные печи, бывают круглого сечения (для медных В.-ж. диаметр в области фурм 0,9—1,4 м, для свинцовых 1—2,5 м) или прямоугольного (в прямоугольных В.-ж. для свинцовой плавки ширина в области фурм колеблется в пределах 1,1—1,3 м и длина—в пределах 1,5—4,5 м; в ватер-жакете для медной плавки ширина 0,9—1,4 м и длина 4,5—15,3 м). Жакеты печи имеют обычно толщ. внутрен. стенки 10—14 мм, наружной 6—8 мм; расстояния между стенками кессонов 100—140 мм. На фиг. 1 изображен разрез свинцовоплавильной ватер-жакетной печи с внутренним тиглем и сифоном Арентса, а на фиг. 2 — вертикальн. разрезы ватер-жакетной медноплавильной печи. Для подвода дутья в жакетах устраивают соответствующие отверстия—фурмы путем закатывания коротких труб, к которым дутье из трубопровода подводится специальн., удобными для регулирования соплами. Водяные коробки или кессоны ватер-жакета снабжаются трубами для подвода и отвода воды, расположенными таким обр., чтобы кессоны были совершенно заполнены циркулирующ. водой и тем были устранены пространства, наполненные паром (в противном случае возможно прогорание жакетов). Вода обычно подводится к середине кессона и выводится сверху. Темп-ра отходящей воды 35—60°; так. обр. потеря на охлаждение стенок 4—16% от потребляемого топлива. Полезная высота В.-ж., т. е. высота от горизонта фурм до поверхности шихты,



Фиг. 1.

в случае медной плавки 2,1—2,9 м и для свинцовой плавки 4,5—5 м. Высота печи есть функция требуемой для ведения процесса  $t^\circ$ . Потребная темп-ра для свинцовой плавки 1 050—1 200° и для медной плавки 1 150—1 350°. Высота печи зависит от химического состава проплавленной шихты, характера топлива, величины кусков шихты и



Фиг. 2.

от предварительной подготовки последней. Если при плавке свинцовых и медных руд восстановительный эффект высок, т. е.  $Fe_2O_3$  восстанавливается не до  $FeO$ , как это требуется, а до  $Fe$ , то это ведет к образованию так называемых железных жуков. В случае мелкой руды высота печи делается меньше, чем в случае крупной. Существен. деталью устройства жакетов является угол наклона заплечиков. В свинцовых печах, где требуется более восстановительная атмосфера, заплечики имеют уклон 75—100 мм на каждые 300 мм высоты. При мелкой шихте наклон заплечиков должен быть больше, чем при крупной. Повышенный наклон заплечиков уменьшает скорость газов в шахте печи и улетучивание свинца.

В.-ж. в верхней своей части обычно снабжен шахтой из огнеупорного кирпича, поддерживаемой особыми колоннами, и имеет колпак и трубу для отвода газов. Колошник обычно открыт, и газы смешиваются с воздухом прежде, чем они достигнут пылеуловительной камеры и дымовой трубы. Колошниковые газы содержат обычно мало окиси углерода и потому не утилизируются. Нижняя часть печи имеет внутренний тигель или передовой горн, выложенные огнеупорным материалом (см. Вангрес). Внутренний тигель применяется по преимуществу в свинцовой плавке. В медной плавке, чтобы устранить образование настывлей, расплавленные массы штейна и шлаков выпускаются в передовой горн, где и происходит их разделение. Если кессоны В.-ж. доходят до лещади (постель горна), то футеровка горна излишня, а лещадь выкладывается огнеупорным материалом (магнезитовым кирпичом). Давление дутья, применяемое в

В.-ж., небольшое и зависит от  $t^\circ$ , потребной в печи, что находится в прямой зависимости от хим. состава руды и ее крупности.

При свинцовой плавке давление дутья 155 мм Hg (шихта более крупная и высота печи больше). При медной плавке давление дутья 103,5 мм Hg. Количество проплавленной шихты в ватер-жакетной печи при плавке медных и других цветных металлов руд принято определять на единицу поперечного сечения в области фурм; проплавление зависит от химич. состава шихты, крупности кусков и качества топлива. При свинцовой плавке проплавляется 50—60 т/м<sup>2</sup>, при медной 60—85 т/м<sup>2</sup>. Расход топлива уменьшается с увеличением проплава на единицу площади сечения в области фурм. Ватер-жакетная печь обычно имеет солидный фундамент и плиту, поддерживающую лещади или внутренний горн. Внутренний горн в случае свинцовой плавки солидно облицован для удержания больших количеств свинца. В свинцовой плавке свинец (или, при наличии благородных металлов, верблей) выпускается через сифон Арендса (фиг. 1). Жакеты ватер-жакетных печей дороги и при хорошей воде несут службу 3 года. Стальные жакеты прочнее железных. Для выплавки свинца обычно устанавливаются один ряд низких жакетов. Медноплавильные печи обычно имеют жакеты во всю высоту печи (ординарный или двойной).

Преимущества ватер-жакетных печей перед печами кирпичной кладки следующие: 1) их легче и быстрее строить, 2) легче задувать и выдувать, 3) в них легче устранять настыли, 4) состав шлака не оказывает влияния на стойкость стенок печи, 5) число фурм может быть увеличено, и т. о. работа может быть форсирована.

Лит.: Hofman H. O., General Metallurgy, N. Y., 1913; Hofman H. O., Metallurgy of Lead, N. Y., 1918; Hofman H. O. A. Hayward C. R., Metallurgy of Copper, N. Y., 1924. В. Ванюков.

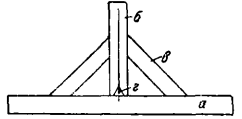
**ВАТЕРЛИНИЯ**, линия пересечения корпуса судна горизонтальными плоскостями. Техническое обозначение WL. Различаются: грузовая В.—для посадки судна при полной его нагрузке; спусковая В.—для судна, спущенного на воду; действующая В.—при каком-нибудь положении судна; теоретическая В.—горизонтально продольные сечения поверхности судна, показываемые на теоретическом чертеже; расчетная—на которую рассчитывается углубление судна. Обводы В. оказывают влияние на сопротивление воды движению судна, а также на другие его качества (см. *Остойчивость судов*). Площадь  $S$  грузовой В. равна произведению длины судна  $L$  на ширину  $B$  и на коэффициент полноты  $\alpha$ , т. е.  $S = \alpha \cdot L \cdot B$ , где  $\alpha$  меняется в пределах от 0,55 (для очень острых) до 0,90 (для очень полных коммерч. и военных судов). Установление предельной грузовой В. для коммерческих судов есть вопрос безопасности плавания. Закон предписывает каждому морскому грузовому судну иметь твердо установленную грузовую ватерлинию.

**ВАТЕР-МАШИНА**, см. *Прядение*.

**ВАТЕРНАЯ ПРЯЖА**, см. *Пряжа*, *Прядение*.

**ВАТЕРПАС**, прибор для установления горизонтальности плоских поверхностей при

строительных работах, при установке машин на фундамент и для снятия профиля местности. Самый простой В. (плотничный) представляет собою прямой гладко выстроганный брусок  $a$ , длиной до 1 м, к которому посредине под прямым углом прикреплен наклонными подпорками  $b$



второй брусок  $b$  или дощечка, длиной до 0,5 м; вдоль короткого бруска прорезана бороздка в направлении, перпендикулярном нижнему краю длинного бруска, окаймляющаяся небольшим сквозным отверстием; верху бруска  $b$  укрепляется конец шнурка с металлической гирькой  $z$  на другом конце, свободно проходящей в отверстие. Плоскость или линия горизонтальны, если в поставленном на них В. шнур с гирькой пойдет вдоль бороздки и гирька будет свободно кататься. Для выверки прибора ставят В. концами бруска  $a$  на два колышка, вбитые в землю (или на ровный пол, отмечая мелом или карандашом положение бруска  $a$ ), и следят при этом, чтобы шнурок проходил вдоль бороздки; затем поворотом ватерпаса на  $180^\circ$  меняют положение концов бруска  $a$  и ставят ватерпас на те же колышки (или вдоль прочерченной линии на полу). Если шнурок отвеса снова совпадает с бороздкой, то ватерпас верен. Точность плотничного ватерпаса при хорошем выполнении прибора достигает 0,1°.

В более точных технических установках горизонтальность проверяется В. с горизонтальной стеклянной трубкой, наполненной жидкостью (спиртом, эфиром), с пузырьком воздуха, как в уровне (см.). Такой ватерпас-уровень вдевают в деревянную или металлическую линейку.

**ВАТИН**, редко сработанная ткань с начесом без другой ашпратуры. В. работает на трикотажных машинах: рашелях, веретелках, малезах. Употребительная запавка: хлопчатобумажная основа № 24/2—860 ниток и 2 шерстяных основы № 1,5 (по русской нумерации)—по 230 ниток каждая. Шерстяная основа готовится из полугрубой шерсти с примесью шерстяных оческов. Ширина товара—140 см. См. *Вязально-трикотажное производство*.

**ВАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**, один из видов текстильных производств, вырабатывающий вату. По номенклатуре вата подразделяется на: 1) одеждуную (бумажную и шерстяную), употребляемую для верхней одежды, одеял, в Туркестане—для халатов, 2) клееную—для подкладки в каргузах и при шитье костюмов и 3) медицинскую: гигроскопическую, представляющую химически чистую целлюлозу и служащую в качестве жидкие вещества, и компрессную, служащую для компрессов. Сырьем для одеждыной бумажной, клееной и компрессной ваты служат: 1) хлопок—для высших сортов бумажной и компрессной ваты, 2) разного рода хлопчатобумажные угары с бумагопрядильных (очесы, орешки, прядильная подметь) и ткацких фабрик (концы уточные и шлихтованные, путанка, ремиза, ткацкая

подметь), 3) линтер хлопковый и маслобойный (с хлопкоочистительных и маслобойных заводов), 4) чахбут, т. е. старая вата из халатов и одеял узбеков (Средняя Азия), 5) обрезки бумажные с швейных фабрик и мастерских, 6) отваренное и отбеленное старое тряпье и марлевые бинты для так наз. тряпичной ваты. Наконец, при выработке низших сортов ваты употребляют еще разного рода льняные угары (очес, охлопок, пакля, нитки и др.) в облагороженном (контонизированном) виде. Компрессная вата представляет лучший сорт бумажной одежной ваты. Гигроскопическая вата вырабатывается или из чистого хлопка (глазная вата) или из смеси с высокосортными угарами, как-то: самочесы, кольчики, линтер хлопковый 1-го сорта. Шерстяная вата вырабатывается или из чистой натуральной шерсти («шленка» из мериносовой, козий пух, верблюжья шерсть) или из смеси с разными шерстяными угарами, как, например, очесами, искусственной шерстью, т. е. распущенным тряпьем и концами. Для придания шерстяной вате большей пышности и упругости обычно прибавляют коротковолосые китайские хлопья местных семян, жесткие и по своему виду схожие с шерстью. Для имитации дорогих сортов ваты (козий и верблюжий пух) обычно подкрашивают разные сорта угаров в соответствующий цвет. Большой ассортимент сырья позволяет производить большие манипуляции со смесями при выработке того или иного сорта ваты. Характерные смеси для основных сортов приведены в табл. 1, 2 и 3.

Табл. 1.—Смеси для медицинской ваты (в %).

Наименование сырья	Гигроскопич.		Компрессная или хлопковая стандарт I
	глазная	обыкновен.	
Хлопок . . . . .	100	75	75
Линтер хлопк. № 1.	—	25	25
Концы щипан. бел. I с.			
Мягкие угары высш. сорта . . . . .			
Выход ваты . . . . .	85	80	90*

\* В зависимости от сорта хлопка выход различен—от 95% (при хлопке американских семян) до 80% (при местных семенах).

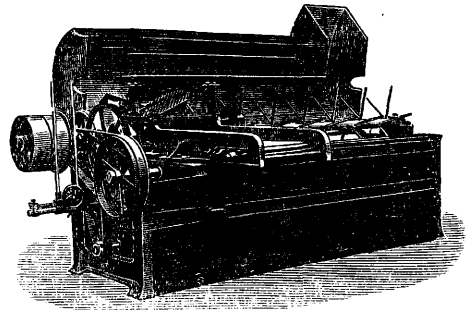
Табл. 2.—Смеси для одежной бумажной ваты (в %).

Наименование сырья	Стандарт II	Стандарт III	Стандарт V
Чахбут . . . . .	15	15	10
Линтер хлопковый № 2.	15	—	—
» маслобойный . . . . .	10	25	25
Очесы и пух . . . . .	15	—	—
Концы II и III с. клееные.	20	20	10
Орешки I сорта очищ.	25	—	—
» II » . . . . .	—	10	15
» III » . . . . .			
Подметь ткацкая . . . . .			
» прядильная . . . . .	—	20	15
Выход ваты . . . . .	75	70	65

Табл. 3.—Смеси для одежной шерстяной ваты (в %).

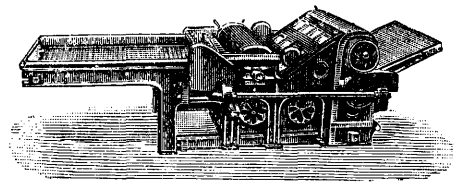
Наименование сырья	Шленка	Верблюж. пух	Козий пух	Безж
Козий пух . . . . .	—	—	75	—
Мериносовая шерсть	75	—	—	—
Верблюжий очес . . . . .	—	80	—	—
Овечьий очес . . . . .	—	—	—	40
Концы саксонские распущенные . . . . .	25	—	25	—
Искусств. шерсть . . . . .	—	—	—	30
Ключки верблюж. . . . .	—	—	—	10
Хлопок китайский . . . . .	—	20	—	20
Выход ваты . . . . .	90	80	70	65

Процесс производства ваты заключается: 1) в предварительной обработке сырья и 2) в чесании и упаковке, при чем сырье для гигроскопическ. ваты помимо механической очистки подвергается и химич. обработке. Предварительная механич. обработка сырья



Фиг. 1. Трепальная машина.

состоит из разрыхления, очистки и расщипки разных степеней в зависимости от характера сырья, его засоренности и сорта вырабатываемой ваты. Хлопок и линтер хлопковый разрыхляют и очищают на крейтоне одностояковом или двухстояковом в зависимости от засоренности. Орешки очищают на специальном пыльном волчке (willow), периодически загружаемом сырьем, которое при помощи специального регулятора может подвергаться очистке в большей или меньшей степени. Чахбут можно очищать и разрыхлять на крейтоне, но лучшую очистку получают на спиральной трепальной машине, легко разрывающей чахбут, который поступает в машину в виде плотного, слежавшегося ватного холста (фиг. 1). Линтер маслобойный, как коротковолокнистый материал, пропускают только через

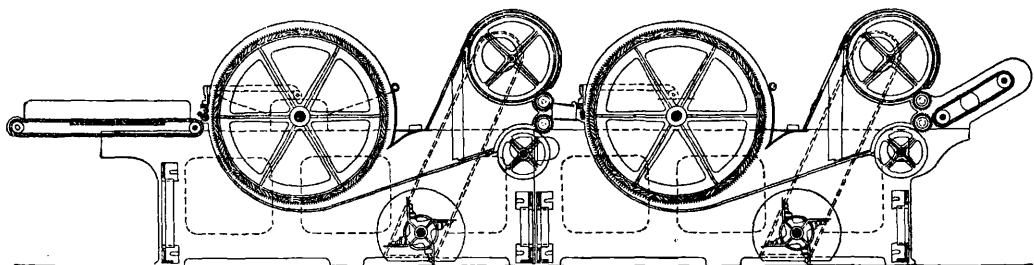


Фиг. 2. Трепальная машина.

ординарную трепальную машину с двумя билами (фиг. 2). Жесткие угары подвергают расщипке на специальных щипальных машинах; полученный продукт называется

«щипкой», щипаным хлопком. Так, уточную путанку, основные концы и новые бумажные обрезки пропускают через многобарабанные щипальные машины. Для предварительной грубой расщипки пропускают сначала через однобарабанную машину с грубыми и редко насаженными на планки колками, так называемый русский щипок; цель его не только грубо расщипать, растащить

аппарат, барабан и валики которого обтянуты пилозубчатой лентой, или так называемой проволокой Гарнетта, затем сырье поступает на обтянутую кардолентой № 16—18 чесальную с валиками. Друссета дает возможность получить наиболее длинное, неперебитое, а следовательно, наиболее дорогое волокно. После очистки разные сорта сырья в определенных пропорциях смешиваются



Фиг. 3.

концы и тем самым повысить производительность остальных барабанов, но и, в виду того, что в жестких угарах часто попадают гайки, гвозди и другие железные части, избежать поломки барабанов многобарабанных щипальных машин. В зависимости от номера пряжи ординарн. и крученая нитки пропускаются через 6—10 барабанов. Так, путанку из пряжи бязевых номеров пропускают через 6 барабанов, а путанку высоких номеров, и к тому же крученую, приходится пропускать через 9—10 барабанов. Для получения равномерно расщипанной нитки необходимо отдельно сортировать крученку, бязевые номера, миткалевые и т. п. Обычно на фабриках употребляют 3- или 6-барабанные машины (фиг. 3). Старое бумажное тряпье щиплют на специальных сдвоенных волчках, которые сконструированы таким образом, что нерасщипанные кусочки тряпья собираются в специальном отделении, откуда и выбираются для дощипки. Для окончательной расщипки сырье поступает на 3-барабанный щипок. Натуральная шерсть очищается и растрепывается на спиральной трепальной, а коротковолкнистые очесы, не сильно засоренные, — на пыльном волчке (willow) или на несколько упрощенной «американке». Жесткие шерстяные угары, концы и шерстяное тряпье расщипывают на однобарабанном волчке, в результате чего получают так наз. искусственную шерсть.

Высокосортные мериносовые камвольные или саксонские концы или трикотажные обрезки после грубой расщипки расчесывают на грубой чесальной машине, так называемой друссете (фиг. 4), имеющей предварительный для растаскивания форрейс-

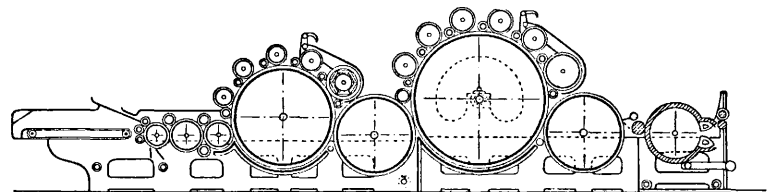
сначала ручную, а затем на специальных волчках механически (барабан и валики волчков обиты кривыми железными колками); смеска для лучшего промешивания может пропускаться два раза, но для низких сортов ваты достаточно и одного раза. Часто смешивающий волчок соединен с питателем. Смешение на фабриках производят и на крейтоне и на спиральной трепальной, но первая машина дает лучшие результаты. В таблице 4 показаны основные технические данные по очистительным машинам.

Табл. 4. — Основные технические данные по очистительным машинам.

Название машин	Габарит		Число R	Производ. в 1 ч. в кг	Вес нетто в кг	Число об/м.
	длина в мм	ширина в мм				
Крейтон одностоящий с питателем	5 900	2 000	8	160	3 810	1 000
Крейтон двухстоящий с питателем	7 820	2 000	12,5	170	4 660	1 000
Пыльный волчок (willow)	3 500	2 650	5	130	2 400	350
Спиральная трепальная	3 250	1 700	3	120	1 000	500
Трепальная простая (ординарная)	4 200	2 050	6	190	2 500	1 500
Щипок 1-барабанный	3 500	1 650	9	48	1 900	350
Щипок 3-барабанный	7 540	1 650	24	130	4 900	800
Щипок 6-барабанный	13 600	1 650	45	260	9 400	800
Волчок сдвоенный	6 620	1 540	25	35	3 550	700
Волчок однобарабанный	3 580	1 540	12	30	1 750	800
Друссета с самовесом	6 500	3 150	5,5	11	7 000	150
Смешив. волчок с питателем и ваточной решеткой	6 850	2 275	8,5	520	5 000	165

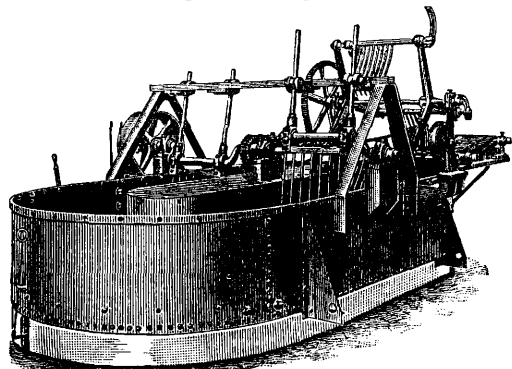
Для выработки гигроскопической ваты сырье после предварительного разрыхления и очистки подвергают отварке в котлах для удаления жировых веществ. Бучильные котлы (см.) загружают сырьем и одновременно заливают раствором каустика (едкого

натра, NaOH) 2,5—3° Вé, с прибавкой контакта (1% от веса сырья); давление в котле доводится до 3—4 atm; сырье отваривается в продолжение 8—9 ч. Во время процесса



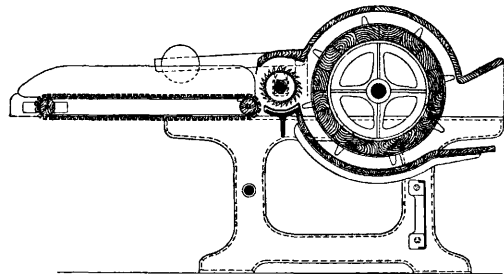
Фиг. 4.

отварки происходит омыление жиров и воска природного происхождения. После варки сырье промывается сначала в котле для удаления продуктов омыления (известковых, железных, глиноземных и других мыл), а затем и на специальной промывной овальной машине (фиг. 5). После промывки в черной мойке отваренное сырье загружается в



Фиг. 5.

деревянные или бетонные баки, где сначала «кислует» в течение 1,5 часа раствором серной кислоты 0,2° Вé, затем подвергается промывке в продолжение 1,5 ч., отбелке хлорноватистокислым натрием (NaClO) в 0,2—0,3° Вé в течение 12 часов, далее опять промывке водой, второй кислотке серной к-той 0,7—0,8° Вé и тщательно промывается

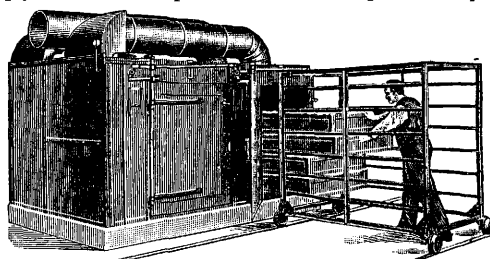


Фиг. 6.

в овальной мойке. В результате этих операций получается совершенно чистый продукт слегка желтоватого цвета; обычно для получения чистого белого оттенка вату подсинивают. Своеобразное суждение рынка о высоком качестве гигроскопической ваты по ее хрусту заставляет фабрики обрабатывать товар горячим раствором (0,6—0,7%) мыла в продолжение 1 ч., что производится в бе-

тонном баке. Хруст получается при последующей промывке в белой мойке с уксусной к-той (0,1 г на 1 л). Под влиянием кислоты происходит разложение мыла с образованием жирной к-ты, которая и дает хруст. Далее обработанное сырье идет на растрепку в «мокрый щипок» (фиг. 6), оттуда—в сушилку (фиг. 7).

Соответственным образом очищенное и смешанное сырье в виде готовой смеси (сортировки), а для гигроскопической ваты после отбелки, поступает на ватные чесальные машины. В качестве таковых пользуются валичными машинами, позволяющими перерабатывать совместно неоднородные по длине волокна. Обычно употребляли старые валичные чесальные с бумагопрядильных фабрик с рабочей шириной по кардоленте в 1 000 мм и производительностью за 8 ч., в зависимости от сорта ваты, в 50—70 кг. Настил на решетку производится или вручную или с холстов. Новейшие ватные машины являются уже более мощными благодаря тому, что их строят более широкими (до 1 800 мм). На фиг. 8 представлен разрез ватной машины с настилом смеси на решетку помощью самовеса. Последний представляет собой питатель, в котором помощью вертикальной решетки А и сбрасывающего валика Б смесь насыпается в двухстворчатое корыто В. Имеющийся регулятор позволяет установить тот или другой вес сбрасываемого сырья. Через

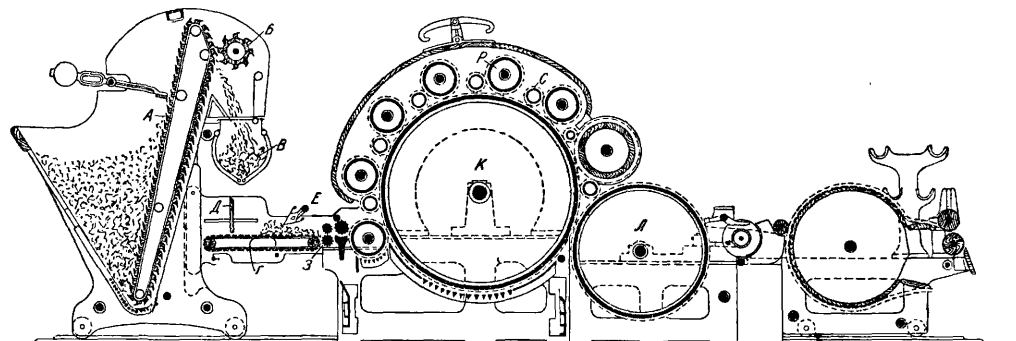


Фиг. 7.

определенные промежутки корыто автоматически раскрывается, и сырье падает на питающий столик Г ватной машины. При этом помощью вертикального скребка Д и угольника Е смесь уплотняется и далее подводится к приемным рифленным валикам. Через питающий валик З смесь подводится к главному барабану К, рабочим валикам Р и курьерчикам С, в системе к-рых и происходит процесс чесания и некоторой параллелизации волокон. С барабана волокна снимаются пеньером, или вальяном, Л, перед которым помещается бегун (летун, фанец), который своими длинными иглами кардоленты поднимает волокна изнутри кардоленты барабана и тем облегчает переход волокон на пеньер. Под барабаном обычно ставится колосниковая решетка, сквозь которую проваливается сор, но на которой задерживаются от падения хорошие волокна. Валики и бегун от пыли прикрыты крышками. С пеньера ватка в виде тонкого слоя

снимается гребенкой, имеющей качательное движение. На ватной машине с двумя пеньерами ватки с каждого пеньера складываются в одну, и производительность такой машины выше на 70—80%. Двухпеньерные машины применяются при выработке

скивается, раздирается, чем предохраняется кардолента от преждевременной порчи и износа. Снимаемая гребенкой ватка навивается на обыкновенный барабан, с которого одной и той же определяемой на-глаз толщины холст ваты снимается вручную, или



Фиг. 8.

одежной бумажной и шерстяной ваты, гл. обр. низких и средних сортов, однопеньерные—при выработке высших сортов медицинской и хлопковой ваты. В случае, если вату вырабатывают из концов, тряпья и прочих жестких угаров, расщипать к-рые очень

Табл. 5. — Употребительные номера кардолент.

Сорта ваты	Барабан		Пеньер		Число про- чесов
	1-й че- сальн. или авантрен	2-й че- сальной	1-й че- сальной	2-й че- сальной	
Гигроскопическ.	22	24	24	26	2
Компрессная хлопковая . . .	22	—	24	—	1
Одежная бумаж- ная . . . . .	22	—	24	—	1
Одежная шер- стяная мягкая	22	24	24	26	2
Одежная шер- стяная полу- грубая . . . . .	20	22	22	24	2

хорошо не представляется возможным без того, чтобы не испортить хорошего волокна, применяют т. н. форрейс-аппараты (предварительные шипки), которые устанавливают перед главным барабаном и все валики которых обтянуты пилозубчатой проволокой или лентой Гарнетта; попадающееся ватно-расщипанное сырье помощью пилки раста-

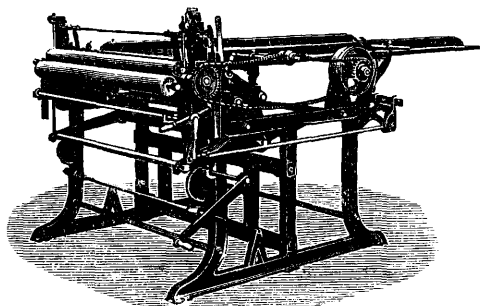
же навивается на деревянный барабан с автоматически раскрывающейся стенкой, которая разрезает ваточный холст и навивает его на скалку. Толщина холста устанавливается счетчиком, соединенным с регулятором, открывающим стенку барабана. Высшие сорта одежной шерстяной и медицинской ваты обычно работают в два прочеса, т. е. пропускаются через чесальную два раза, прочие же сорта ваты получают один прочес. Чтобы избежать излишней работы по снятию ватного холста и накладыванию его на столик 2-й ватной машины, в настоящее время применяют более сложные ватные машины, состоящие из форрейс-аппарата, обтянутого лентой Гарнетта, затем авантрена и основной чесальной. Авантрен отличается от основной чесальной только меньшим диаметром барабана и меньшим числом пар рабочих валиков, обтянутых кардолентой. Употребительные номера кардоленты (по нецелой нумерации) приведены в табл. 5. Основные технические данные по ватным машинам приведены в табл. 6 (для завода Гартман в Хемнице).

Снятые с барабанов ватных машин холсты (планки) ваты поступают в упаковочную для паковки в кипы по 32 кг для одежной бумажной ваты, что производится на специальных прессах с механич. или электрич. приводом; производительность преса от 150 до 250 кг/ч. Одежную шерстяную вату упаковывают в пачки по 0,5 кг,

Табл. 6.—Основные технические данные по ватным машинам.

Название машины	Рабочая ширина в мм	Габарит		Число Р	Производ. в кг/ч	Нетто-вес, при железных валиках, в кг	Число оборотов барабана в минуту	Примечание
		длина в мм	ширина в мм					
Ватная однопеньерная без самовеса с диам. главного барабана 1 050 мм . .	1 500	4 130	2 550	3,0	11	3 570	170	Производительность в зависимости от сорта ваты (шерстяная и невякие сорта ватки наиболее тяжелые)
	1 650		2 720	3,3	12	3 830	170	
	1 750		2 820	3,5	13	3 950	170	
Ватная двухпеньерная без самовеса с диам. главного барабана 1 230 мм . .	1 500	4 500	2 550	4,5	18	4 800	150	
	1 650		2 720	4,8	20	5 150	150	
	1 750		2 820	5,0	21	5 400	150	

а последние—в фанерные ящики по 20 кг. Гигроскопическую вату упаковывают или в пачки по 2 кг или же в пачки по 500, 250, 100 и 50 г; для этой цели служат специальные машины: т. н. рулонная (фиг. 9) свертывает гигроскопическ. вату с прослойками белой бумаги в длинные пачки различной



Фиг. 9.

толщины в зависимости от веса упаковки, затем на резальной машине эти длинные пачки режутся на более короткие соответственнo требуемому весу. В СССР на бумажную одежную вату имеются стандарты в числе семи, в основание коих положены цвет, засоренность, сцепленность. Установить для стандартов определенные смеси чрезвычайно затруднительно в виду того, что манипуляцией самых различных угаров возможно получить в общем однотипные сорта ваты. Вата I стандарта, сработанная из чистого хлопка, представляет совершенно чистый, белый, без засоренности продукт, пышный и легкий. Последний стандарт обнимает ваты, сработанные из низкосортных маслянистых угаров, темного цвета, сильно засоренные, тяжелые по весу, легко мнущиеся. Одежная шерстяная вата стандартов не имеет. Наибольшим спросом на рынке пользуется вата верблюжий пух, выработанная из верблюжьего очеса с примесью или мериноса или саксонских концов в высших сортах, а как имитация—сработанная из расщипанных фильтр-прессных салфеток с примесью крашеного хлопка. Вата козий пух принадлежит к высшим сортам и работает из козьего пуха, очищенного от грубого волоса—песики. Средние сорта ваты вырабатываются из искусственной шерсти (кашемир, тибет—70%) и с примесью китайского хлопка местных семян, делающего вату пышной и упругой. Основные требования, предъявляемые к вате одежной: малая теплопроводность, упругость, пышность, хорошая сцепляемость волокон, немаслянистость, чистота, легкость. Все эти качества зависят главным образом от сортов сырья, из которых сработана вата. Хороший прочес также повышает чистоту ваты и делает ее более пышной. Гигроскопическая вата подразделяется на глазную, сработанную из высокосортного хлопка, и обыкновенную—из хлопка с линтером. Как клинический материал она должна обладать максимальной способностью к смачиванию, водоёмкости и водопроницаемости. При этих условиях посторонние вещества не могут

перейти на организм, а, наоборот, будут всасываться в вату. Гигроскопич. вата д. б. приготовлена из длиноволокнистого материала с хорошо расщипанными концами, совершенно очищена от коробочек и сора и не должна пылить; допускается содержание свободной к-ты не более 0,08%, жира не более 0,03% и золы не более 0,3%. Пачечная вата в виде тонких слоев перекалывается бумагой. Для гигроскопической ваты особенно серьезны следующие пороки: перетравливание при отбелке, вследствие образования окси- и гидроцеллюлозы, при чем волокно делается хрупким и пылит; плохая промывка, в результате чего остается серная к-та; к числу пороков надо, с медицинской точки зрения, причислить и хруст, требуемый, однако, рынком.

По данным промышленной переписи 1910—1912 годов, всего в пределах СССР было выработано 15 500 т одежной бумажной ваты. В 1925/26 году государственной синдицированной и несиндицированной промышленностью было выработано 10 496 т, в 1926/27 г.—16 600 т одежной и 1 000 т гигроскопической ваты, при этом было израсходовано 21 800 т сырья. Всего в СССР имеется около 900 ватных машин, из них на бумагопрядильных ф-ках 334 машины, остальные на специальных ватных ф-ках. Крупнейшие специальные ватные фабрики сосредоточены в трестах: Московском вигоновом (ф-ка в Серпухове) и Спас-Клепиковском (Рязан. губ.). Ватные отделы при бумагопрядильных вырабатывают вату исключительно из своих фабричных угаров, а специальные ватные ф-ки—гл. обр. из хлопка, линтера, чакбута, тряпья и в меньшей мере из мягких и жестких фабричных угаров. Средняя калькуляция ваты складывается из элементов себестоимости в следующих процентных соотношениях (табл. 7):

Табл. 7.—Соотношение элементов себестоимости ватного производства (в %).

Статьи расхода	Вата гигроскопич. в кпачах	Вата хлопчатобум. одежная I сорта
Сырье . . . . .	66,22	71,13
Материалы производств. . . . .	2,79	—
"    пачковочные . . . . .	1,18	2,59
Заработная плата производ. рабочим . . . . .	5,05	4,99
Начисления и накладные расходы на зарплату . . . . .	3,00	3,00
Цеховые расходы . . . . .	13,76	10,92
Общезаводские расходы . . . . .	8,00	7,37
Фабричная себестоимость . . . . .	100,00	100,00

Экономика ватного производства см. *Ткацкое производство*.

Лит.: Бухонов И. С., Угарное и вигоное прядение. Производство одежной и гигроскопич. ваты, М., 1923; Промышленная перепись 1910—12 гг., изд. Мин. торговли и пром.

А. Тряпкин.

**Техника безопасности.** В ватном производстве применяются пыльные волчки, концентральные и настольно-трепальные машины и чесальные машины валич. системы. Новейшие пылин. или сорные волк-машины

снабжаются загрузочными и выпускными автоматическими действующими аппаратами и мощными эксгаустерами для удаления пыли; в волчках старой конструкции необходимо устраивать автоматическое приспособление, препятствующее попаданию рук рабочего в пальцы вращающегося барабана. В трепальных машинах настильной системы самое опасное место—б и л о, или т р е п а л о,—должно быть ограждено крышкой с автоматическим запором, а перед приемными рифлеными цилиндрами должен находиться деревянный предохранительный валик, ограждающий руки рабочего при заправке холста. Кроме того д. б. устроены защитные приспособления против повреждения рук при заправке холста под навивающую скалку, против попадания рук под плочильные валы передка машины и под колосники. В концевых машинах доступ к быстровращающимся кольчатым барабанам д. б. огражден крышками с автоматическим запором, а приемные рифленые цилиндры должны иметь приспособление для быстрого останова и обратного хода их при попадании в них рук рабочего. В чесальных машинах опасные части—приемный валик (задний вальня), барабан, передний вальня, рабочие валики и бегунки—должны быть закрыты ограждающ. крышками (деревянными), открывание которых на ходу машины не должно допускаться; приемный валик наглухо закрывается крышкой. Чистильный валик, бегун, или волчок, спереди барабана д. б. в виду опасности (800 об/м.) закрыт глухим футляром. При питании чесальных не холстами, а внастилку, вручную (что иногда встречается), опасным является подсовывание смески под приемные валики (иногда покрытые игольчатой кардой), а потому валики д. б. ограждены по длине особыми предохранительными щечками. В новых чесальных ваточных машинах должны быть автоматически действующие ограждающие передний вальня крышки. В В. п. опасными являются работы по прочесыванию вальня (а если нет бегуна, то и по прочесыванию барабана) особыми чистильными щетками; эти работы м. б. поручаемы только вполне опытным рабочим-чесалам. Кроме того во всех машинах В. п. все опасные зубчатые, ременные, веревочные передачи и все выступающие концы быстровращающ. валов должны ограждаться футлярами, решетками и копаками, надежно укрепленными в местах.

Лит.: Шварбович А., Техника безопасности в бумагопрядильном и ткацком производстве, Москва, 1926; Шевалев Н., Техника безопасности, Москва, 1926.

А. Шварбович.

**ВАТОЧНИК**, л а с т о ч н и к, л и с т о в е н ь (Asclepias syriaca L.), многолетнее растение из сем. ласточниковых (Asclepiadaceae). Цветет на 3-й, 4-й год после посева. Внутри семенных коробочек В. образуется шелковистый пух, который используется как примесь ко льну, шерсти и пр. Попытки использовать этот пух для пряжи оказались неудачными в виду непрочности получаемого волокна. Стебель В. содержит лубяное волокно, отделяющееся при мочке; выделение его мешает млечный сок стебля. Вообще техника выделения волокна В. совершенно не разработана. В. культивирует-

ся также и как медоносное растение. В СССР В. в небольших размерах разводится в юго-западной части Украины; в последнее время в СССР к нему проявляют интерес.

**ВАТТ**, единица мощности,—электрическая мощность, поглощаемая при прохождении тока силой в один ампер через проводник с сопротивлением в один ом. Один ватт равен электрическому напряжению в один вольт, помноженному на силу тока в один ампер. Один ватт равен также механической мощности в один международный джоуль в одну секунду. Обозначение: *вт* или *W*. В промышленности часто применяют единицы мощности кратные В., киловатт и мегаватт. В старых книгах для обозначения В. встречается еще выражение «уатт» или «уат». См. *Справочник физических, химических и технологических величин*.

**ВАТТМЕТР**, прибор для измерения электрической мощности, расходуемой в каком-нибудь участке электрической цепи. В технике и в лабораторной практике применяется ваттметр двух типов: электродинамический и индукционный.

Электродинамический В. основан на взаимодействии токов и состоит из двух обмоток (фиг. 1): неподвижной *a*, несущей весь ток цепи *I*, и подвижной *b*, несущей ток *i*, пропорциональный напряжению цепи. Подвижная обмотка соединяется последовательно с большим безиндукционным сопротивлением и включается параллельно приемнику. Ток к подвижной обмотке подводится по двум спиральным пружинкам *c*, которые в то же время создают вращающий момент, противодействующий повороту обмотки. При синусоидальных токах, если *E*—эффективное напряжение, *I*—эффективная сила тока однофазной цепи и  $\varphi$ —угол сдвига фаз между током и напряжением, мощность *P*, потребляемая в цепи, выражается произведением:

$$P = I \cdot E \cdot \cos \varphi. \quad (1)$$

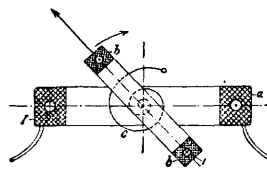
В электродинамических ваттметрах взаимодействие двух магнитных потоков  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ , созданных токами *I* и *i* в обмотках, образует момент вращения:

$$M = k_1 \cdot \Phi_1 \cdot \Phi_2 \cdot \cos(\varphi - \alpha) = k_2 \cdot I \cdot i \cdot \cos(\varphi - \alpha). \quad (2)$$

Здесь  $\alpha$ —угол отставания тока *i* в подвижной обмотке В., имеющей индуктивность *L*. Благодаря наличию угла  $\alpha$  момент *M* не вполне пропорционален мощности *P*; поэтому расчет прибора необходимо вести так, чтобы создаваемая углом  $\alpha$  ошибка ваттметра не превосходила пределов точности отсчета. Так как

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{L \cdot \omega}{r}, \quad (3)$$

то угол  $\alpha$  можно уменьшить введением большого добавочного сопротивления в цепь подвижной обмотки. Это сопротивление изготовляется из материала с ничтожным температурным коэффициентом и делает прибор нечувствительным к изменениям  $t^\circ$  окружающей среды. Из преобразования ф-лы (2)



Фиг. 1.

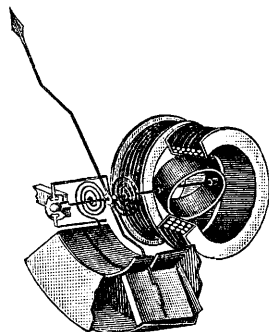


$$M = k_2 \cdot I \cdot i \cdot \cos(\varphi - \alpha) = k_2 \cdot I \cdot E \cdot \frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\sqrt{r^2 + (L \cdot \omega)^2}} = k_2 \cdot I \cdot E \cdot \frac{\cos(\varphi - \alpha)}{r \sqrt{1 + \left(\frac{L \cdot \omega}{r}\right)^2}} \quad (4)$$

следует, что это же добавочное сопротивление делает прибор малочувствительным и к изменению частоты тока, так как при малом значении дроби  $\frac{L \cdot \omega}{r}$  можно принять

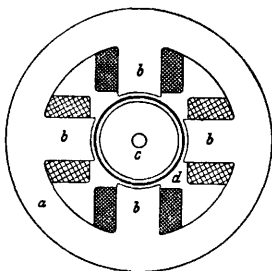
$$\sqrt{1 + \left(\frac{L \cdot \omega}{r}\right)^2} \cong 1. \text{ Электродинамич. В. является}$$

прецизионным прибором и применяется гл. обр. в лабораторной практике. Достоинства его: большая точность (до 0,25%), пригодность для постоянного и переменного тока, независимость показаний от частоты тока, формы кривой напряжения и темп-ры. Недостатки: легкая конструкция, слабые магнитные поля, небольшой вращающ. момент и, вследствие этого, сильное влияние внешнего поля на показания ваттметра. Для уменьшения этого влияния и приспособления электродинамическ. В. к условиям работы на распределительных щитах, применяют железный кожух, защищающий механизм В. от действия внешнего поля, или устраивают весь магнитопровод из железа, усиливая таким образом поле и вращающий момент. Механизм электродинамического ваттметра представлен на фиг. 2.



Фиг. 2.

Индукционный В. отличается от электродинамическ. тем, что ток в подвижную систему не подводится извне, а индуцируется токами в неподвижных обмотках (фиг. 3). Индукционный ваттметр состоит из кольцеобразного сердечника *a* с двумя парами выступающих внутрь полюсов *b*, охватывающих центральный цилиндрический сердечник *c*; оба сердечника наabrаны из листового железа. В зазоре между полюсами и цилиндром вращается на опорах тонкостенный алюминиевый барабан *d*. На каждом полюсе кольцеобразного сердечника расположена обмотка; обмотки диаметрально противоположных полюсов соединены последовательно. Одна пара обмоток несет весь ток цепи, другая — ток, пропорциональный напряжению цепи, при чем в этой обмотке искусственно создается отставание тока от напряжения на 90°. При включении такого В. в цепь переменного тока пульсация двух полей, смещенных на 1/4 периода во времени и на 90° в пространстве, создает вращающееся поле,



Фиг. 3.

кое индуцирует ток в барабане и приводит его во вращение. Противодействующий момент развивается спиральными или цилиндрическими пружинками. Вращающий момент индукционного В. выражается ф-лой:

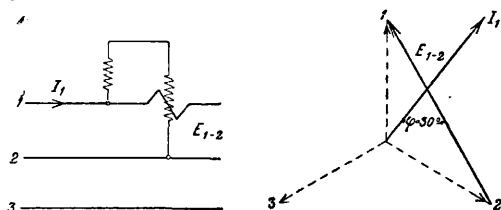
$$M = k_3 \cdot \frac{c}{\rho} \cdot \Phi_1 \cdot \Phi_2 \cdot \cos \varphi = k \cdot \frac{c}{\rho} \cdot E \cdot I \cdot \cos \varphi, \quad (5)$$

где  $c$  — частота тока и  $\rho$  — уд. сопротивление материала барабана. Индукционный В. не



Фиг. 4.

м. б. отнесен к классу прецизионных приборов, так как показания его зависят от формы кривой напряжения, от частоты тока и от  $t^\circ$  среды. Индукционный В. пригоден только для переменного тока и градуируется на определенную частоту. Достоинства его: прочная и сильная конструкция, слабое влияние внешних полей. Поэтому индукционный ваттметр является прекрасным



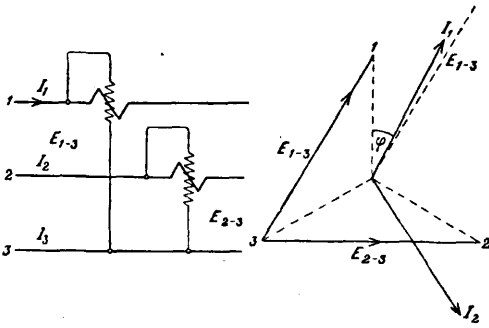
Фиг. 5.

технич. прибором и с успехом применяется на распределительных щитах. Механизм индукционного В. показан на фиг. 4.

Обычно ваттметры выполняются на умеренные токи и напряжения: 100—200 А, 120 В. Для напряжений до 600 В применяются внешние добавочные сопротивления в цепи напряжения.

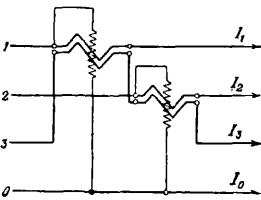
Для токов больше 200 А и напряжений выше 600 В применяются пятиамперные ваттметры на 100—120 В в соединении с трансформаторами тока и напряжения. Для измерения мощности трехфазного тока имеются различные специальные конструкции ваттметра: 1) однофазный В., включаемый на линейный ток и фазовое напряжение; ваттметр измеряет фазовую мощность, но градуируется на мощность  $P$  трехфазного тока:  $P = \sqrt{3} \cdot E \cdot I \cdot \cos \varphi$ ; он годен только для равномерной нагрузки; 2) однофазный ваттметр, включаемый на линейный ток и линейное напряжение по

схеме фиг. 5; в цепь напряжения включается дроссель, дающий добавочный свнг фазы тока в обмотке напряжения на  $30^\circ$ ; В. градуируется на мощность трехфазного тока, но дает правильные показания только при



Фиг. 6.

равномерной нагрузке всех трех фаз; применяется в сетях с недоступной нулевой точкой; 3) В. с двумя однофазными системами, действующими на общую ось; включается на два линейных тока— $I_1$  и  $I_2$  и два линейных напряжения— $E_{1-3}$  и  $E_{2-3}$  по схеме фиг. 6; ваттметр измеряет мощность трехфазного тока; годен для неравномерной нагрузки и для трехпроводной системы (без нулевого провода);



Фиг. 7.

тока по схеме фиг. 7; В. измеряет мощность трехфазного тока; годен для неравномерной нагрузки и для четырехпроводной системы (трехфазная с нулевым проводом).

Лит.: Ерманов В. Д., Основы электрометрии, часть I, М.—Л., 1927; Keinath G., Die Technik elektrischer Messgeräte, B. 1, München—Berlin, 1928; Grysdale, Electrical Measuring Instruments, v. 1, 2, London, 1924. Н. Александров.

**ВАТТНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ**, отменяемое название для обозначения величины, на которую нужно помножить напряжение переменного тока, чтобы получить активную составляющую тока. См. *Переменные токи*.

**ВАТТНЫЙ ТОК**, отменяемое название для обозначения активной составляющей переменной тока, совпадающей по фазе с напряжением. См. *Переменные токи*.

**ВАТТ-СЕКUNДА**, единица электрической энергии, — один международный джоуль. Одна В.-с. равна электрич. энергии, выделяемой в одну секунду в проводнике с сопротивлением в один ом при прохождении неизменяющегося тока в один ампер.

**ВАТТ-ЧАС**, единица электрич. энергии, применяемая при расчетах между производителями и потребителями электрич. энергии и равная 3 600 международным джоулям, или ватт-секундам. Обозначение: втч или Wh. Один В.-ч. равен энергии, выделяемой в течение одного часа источником

мощностью в один W. В старых книгах встречается название «уатт-час» для обозначения ватт-часа. См. *Справочник физических, химических и технологических величин*.

**ВАФЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**, выпечка (в виде пластинок или в ином виде) тонкой массы, состоящей гл. обр. из муки, молока, яичных желтков, масла, сахарной пудры и воды. Наряду с кустарным В. п. имеются средние и крупные фабрики, производящие эти изделия. В СССР при некоторых крупных кондитерских ф-ках имеются отделения для производства вафель, хорошо оборудованные приводными печами и машинами. Главный процесс В. п.—подготовка теста. В мелких кустарных производствах для сбивания вафельного теста применяют ручные сбивальные машинки; в средних же и в крупных В. п. применяются приводные машины разной конструкции. Более мощные приводные сбивальные машины—такие же, как и для замешивания теста при *бисквитном производстве* (см.), но с значительно большим числом оборотов.

Рецептов изготовления вафель очень много, и все они отличаются между собой гл. образом большим или меньшим содержанием молока, яичных желтков, сахара и масла. Дешевые сорта вафель изготавливаются без желтков и масла, а иногда и без сахара, или же эти продукты добавляются в очень небольшой пропорции. В Запад. Европе вместо коровьего масла часто применяют свиное сало, кокосовое масло или маргарин, а вместо цельного молока пользуются сухим или конденсированным молоком. Выпечка вафель в кустарных заведениях производится б. ч. при помощи ручных форм, в небольших, специально устроенных переносн. железных печах, отапливаемых углем или газом. В последнее время строятся специальные газовые вафельные печи большого размера, в к-рых формы автоматически открываются для выгрузки выпеченных вафель и автоматически же заполняются вафельной массой. Для вафель с начинкой последнюю изготавливают из разных материалов—из мармелада, пралине или кокосового масла и сахарной пудры, для вкуса прибавляют лимонную к-ту и разного рода фруктовые или ягодные эссенции.

Лит.: Besseliсh N., Die Biskuit-, Keks- u. Waffeln-Fabrikation f. Hand- u. Kraftbetrieb, 2 Aufl., Trier, 1918; Paul K., Die Kakao-, Schokoladen- und Zuckerwaren-Fabrikation, 2 Auflage, Trier, 1920.

**ВАШГЕРД**, аппарат для обработки в текучей воде, в целях обогащения, руд в виде зерен, песка или ила. В., иначе столы, представляют собой слабо наклонную плоскость, по к-рой текут струи воды. Общий принцип действия В. состоит в расслаивании обрабатываемого материала на тяжелый концентрат в нижнем слое и легкие части (хвосты) в верхнем слое. Вашгерды разделяются на следующие классы: 1) с качающейся поверхностью, 2) с перемещающейся поверхностью (движущаяся бесконечная лента, вращающийся стол), 3) с неподвижной поверхностью. Вообще В. бывают очень разнообразных типов: прямоугольные, косые, круглые, с гладкой или рифленой поверхностью, имеющей уклон в продольном, поперечном или диагональном направлении,

со всякого рода качаниями—продольными, поперечными, вертикальными и сложными круговыми. Наиболее распространенным аппаратом является стол Вильфлея (Wilfley). См. *Обогащение полезных ископаемых*.

**ВАШЕТЫ**, тяжелые (35—50 кг парного веса) кожи, двойные или очень чисто и глубоко строганные. *Двойные кожи* (см.) тяжелых производится непосредственно после золки, при чем после дублирования кожи дострагиваются в недвойных местах. При двойни распиливается наиболее прочная внутренняя часть кожи. Полуценные т. о. вашеты, в окрашенном или лакированном виде, прежде употребляли для покрытия экипажей и т. п. больших поверхностей. С течением времени В. стали применять (после хромового дублирования и отделки) на обувь; однако, за недостатком тяжелого сырья, на мировом рынке вашеты особого распространения не имеют.

Лит.: Schmidt J. und Wagner A., Gerbereitechnisches Auskunftsbuch, p. 985—988, Durlach, 1905. Г. Поварнин.

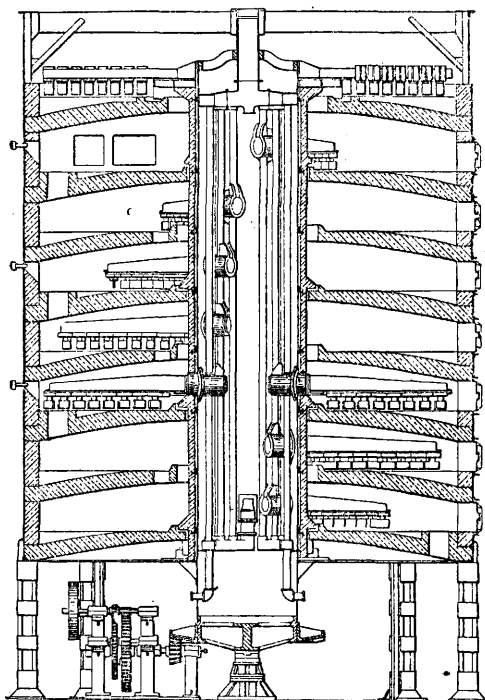
**ВВОД** в радиотехнике, часть антенной системы, выполняющая электрическое соединение между снижением антенны и приборами или разъединительными рубильниками внутри помещения радиостанции. В зависимости от градиента потенциала, получающегося на снижении антенны, конструкция вводов встречается двух категорий: для передающих и для приемных радиостанций. Вводы передающих радиостанций устраиваются, в общем, согласно правилам, существующим для вводов в технике высоких напряжений (см. *Электрические вводы*), при чем напряжение в случае обычного включения в антенну удлинительной катушки м. б. рассчитано по формуле  $V = \omega \cdot L \cdot I$ , где  $L$ —полная самоиндукция удлинительной катушки. Ввод в приемных радиостанциях д. б. возможно более удален от всякого рода несовершенных диэлектриков (дерево, камень и т. д.) и проводников с целью уменьшения вредного зазухания, вносимого такими средами в антенный контур; на практике употребительны вводы через оконные стекла и т. д.

Вводы в электротехнике, см. *Электрические вводы*. В. Баженов.

**ВЕББА МАШИНА**, см. *Трение*.

**ВЕДЖА ПЕЧЬ**, печь для механического обжига сернистых руд, по преимуществу медных. Родоначальники этого рода печей—печь Мак-Дугеля (Англия, 1870 г.) и Герресгофа (Америка, 1896 г.) и печь Эванс-Клепетко (Evans-Klepetko). В. п. (фиг. 1) представляет собой цилиндр, диам. 6 м и высотой 9,5 м, разделенный на части рядом расположенных друг под другом на расстоянии 850 мм подов (числом 6—9), имеющих поочередно отверстия то на периферии, то в центре. Поды печи одновременно являются сводами нижележащих отделений. Через центр печи проходит вертикально расположенный, охлаждаемый воздухом, пустотелый вал, обычно имеющий диаметр 0,65 м (в случае охлаждения водой диам. вала меньше); на каждом из подов вал снабжен парой ручек, унизанных гребками. Гребки имеют угол поворота к поддерживающей их ручке

в 45° и, соответственно расположению, при вращении вала передвигают обжигаемый материал то к отверстиям на периферии, то к отверстиям в центре, обуславливая этим перемещение материала, слоем в 75—85 мм,



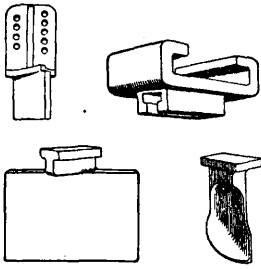
Фиг. 1.

по соответствующим подам; скорость движения гребков 1—2 об/м. Вал печи делают из 12-мм стальных листов и покрывают его слоем в 100 мм из огнеупорной массы и изолирующего материала (Silocel или Nonpareil). Этот вал, будучи открытым с обоих концов, нагревается не больше, чем кожух печи. Печь обычно имеет 7 подов для обжига и 1 под для подогрева загружаемого материала. Кожух печи склепывают из стальных 12-мм листов и внутри выкладывают огнеупорным кирпичом. Печь устанавливают на колоннах в 2 м высотой и снабжают в верхней части автоматическим питателем, а в нижней—автоматической разгрузкой и механизмом для вращения вала и системы гребков.

Охлаждение ручек гребков и центрального вала производится водой, подводимой системой труб в пустотелые ручки гребков (Эванс-Клепетко), или сжатый воздух (Герресгоф). Воздушное охлаждение имеет то преимущество, что часть воздуха м. б. подведена в подогретом виде через отверстия, специально устроенные в гребках, что увеличивает производительность печи и понижает расход топлива в случае обжига руды с малым содержанием серы. Вся система устроена так, чтобы быстро производить смену гребков и частей центрального вала и ручек. Детали гребков даны на фиг. 2.

При обжиге медной руды с содержанием S в 35% производительность печи диам. 6 м равна 70 т в 24 часа, при чем содержание S

понижается до 7%; при диам. 4,5 м производительность—40 т. Для приведения в движение всей системы потребно 6—7 HP, из коих для гребков—2 HP. Для охлаждения ручек расходуется около 125 л воды в 1 мин., или 60—65 м<sup>3</sup> воздуха при давлении 88 мм водяного столба. Для обслуживания ряда печей в смену задолжается лишь 2 чел. (исключая подкатку сырой и откатку обожженной руды). Газы из В. п. содержат ок. 2,85% SO<sub>2</sub>, t° их 200°. Газы уводятся в ловушки (2% пыли)



Фиг. 2.

и далее в серноокислотное отделение.

Особенностью обжигательн. печи является то, что до обжига смешивают вместе с обжигаемой рудой (главн. образ. концентратами) флюсы, потребные для дальнейшей плавки обожженной руды в отражательных печах америк. типа. Обожженная руда поступает в отражательную печь при t° ок. 500—600°. Перед пуском В. п. разогревают дровами или нефтью в продолжение 3—4 дней.

Лит.: Hofman H. O. and Hayward C. R., Metallurgy of Copper, 2 ed., N. Y., 1924. В. Ванюков.

**ВЕДЖВУДОВЫ ИЗДЕЛИЯ**, керамические неглазурованные изделия из тонких цветных каменных масс, полученные впервые в Англии Веджвудом (Wedgwood), на заводе «Этрурия», в конце 60-х гг. 18 века. Вследствие большого успеха и распространения этих изделий другие европейские з-ды также ввели у себя производство самых разнообразных цветных каменных масс. Выработывались гл. обр. художественные изделия со скульптурной обработкой: рельефы, бюсты, статуи, вазы и посуда. Особенно типичны для В. и.: 1) базальтовые массы черного цвета, при полировке назыв. Егуртиан, и 2) Жасрег (яшма)—рельефы из тонкой белой массы на цветном бархатистом фоне, голубом, синем, иногда на зеленом и реже на розовом, фиолетовом и сером. Основная масса для джеспера характерна обилием тяжелого шпата (серноокислого барита) и восприимчивостью к нежным окраскам. Ее примерные составы:

Тяжелого шпата . . . . .	150	150	50	160
Каолина . . . . .	35	—	15	60
Пластич. глины . . . . .	45	75	35	90
Кремня . . . . .	35	—	10	40
Гипса . . . . .	6	—	—	8
Корништона . . . . .	50	75	—	—
Жженой кости . . . . .	—	—	25	—

В первом случае—окраска всего нежнее и мягче. Масса красится в голубой цвет—прибавкой до 0,5% окиси кобальта, в зеленый—до 1% окиси хрома, бирюзовый—смесью их (по 0,3%) или окисью меди, бледно-зеленый (яблочный)—окисью никеля. Окись железа (до 6%) в присутствии извести (1%) дает желтые массы. Голубую и зеленую окраску гораздо экономичнее класть в виде ангоба (см.), форма изделия из белой массы и погружая их после сушки в барботин из той же массы, растертый с краской. Для со-

ставления красных масс и черных базальтовых, окрашенных смесью марганца и железа, можно брать охры, красные терракотовые глины. Примерные составы таковы:

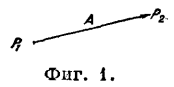
Пластич. глины . . . . .	100	100	100	—
Красной глины . . . . .	—	—	—	100
Железной охры . . . . .	100	100	—	—
Железного окисла . . . . .	—	35	10	—
Черного марганца . . . . .	30	100	40	20

Лит.: Селезнев В. И., Производство и украшение глиняных изделий (керамика), СПб, 1894; Bronnart A., Traité des arts céramiques ou des poteries, 3 édition, v. 1—2, 1877; Jewitt L., The Wedgwood: Being a Life of Josiah Wedgwood, L., 1865; Meteyard E., The Life of Josiah Wedgwood, v. 1—2, London, 1866.

**ВЕЗУВИАН**, идокраз, калифорнит, вилуит, H<sub>4</sub>Ca<sub>12</sub>Al<sub>6</sub>Si<sub>10</sub>O<sub>43</sub>. Тв. 6,5, уд. в. 3,34—3,45; кристаллы квадратной системы. Окрашен в различные оттенки зеленого или коричневого (везувий), реже голубого или красного цвета. Как граничный материал В. имеет мало значения; плотные массы его идут на крупные изделия. Сплошной зеленый В. в Китае идет для подделки нефрита. В. встречается в различных местах: в Якутии (вилуит—«вилуйский изумруд»), Калифорнии, штате Нью-Йорк (ксантит), Швейцарии, Тироле, Норвегии (коллофит, циприн голубой), Финляндии (Фругордит), в Венгрии и в других странах.

**ВЕКТОРНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ**, отрасль математики, занимающаяся непосредственными вычислениями над направленными величинами. В. и. дает возможность гораздо проще и нагляднее выразить многие соотношения между физич. и даже чисто геометрич. величинами, чем это имеет место при вычислениях в координатах.

Величина, которая вполне определяется одним числен. заданием, называется скалярной величиной, или скаляром (она измеряется по одной шкале); если для определения величины необходимо еще указать ее направление, то такая величина называется вектором (например перемещение, скорость, сила). Геометрически вектор изображается при помощи направленного отрезка или стрелки P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> (фиг. 1). Точка P<sub>1</sub> называется началом, точка P<sub>2</sub>—концом вектора; расстояние P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> определяет длину вектора. Векторы обозначают в печати при помощи жирных букв; длину вектора, или его абсолютную величину (модуль), обозначают помещая знак вектора между прямыми, черточками или же при помощи соответствующей нежирной буквы, например A или |A| обозначают длину вектора A. Иногда обозначают вектор, помещая над соответствующей буквой черточку или стрелку, напр.  $\vec{\omega}$ ; этим обозначением пользуются преимущественно в рукописях. В Германии б. ч. обозначают векторы готич. буквами. Два вектора равны между собой, если они имеют одинаковое направление и одинаковую длину. Вектор равен нулю, если его начальная и конечная точка совпадают; в этом случае нельзя говорить о направлении вектора.



Фиг. 1.

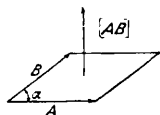
Чтобы сложить несколько векторов, их переставляют так, что к концу первого вектора приводят начало второго, к концу второго—начало третьего, и т. д. Вектор,

соединяющий начало первого вектора с концом последнего, называется векторной суммой данных векторов. Сложение векторов обозначается обыкновенным знаком +. Определенная т. о. векторная сумма не зависит от порядка слагаемых и вообще допускает все формальные преобразования, свойственные алгебраическ. сумме. При двух слагаемых это правило сложения тождественно правилу параллелограмма, по которому складываются скорости и силы (сложение векторов в пространстве впервые применил итальянец Bellavitis в 1838 г.). Вычитание векторов есть действие, обратное сложению. Можно, однако, определить вектор  $-B$  как вектор, равный по длине и противоположный по направлению вектору  $B$ . Тогда вычест  $B$  значит прибавить  $-B$ , т. е.  $A + (-B) = A - B$ .

Умножить вектор  $A$  на число  $\lambda$  значит получить новый вектор  $B$ , параллельный  $A$  и по длине равный  $|\lambda|A$ ; если  $\lambda < 0$ , то направления  $A$  и  $B$  противоположны. В В. и. различают два вида произведений векторов: скалярное и векторное. Скалярное произведение двух векторов есть число; оно равно произведению из длины одного вектора на проекцию второго в направлении первого. Для изображения скалярного произведения двух векторов пишут эти векторы рядом без всякого знака между ними:  $AB = AB \cos \alpha$ , где  $\alpha$  — угол между  $A$  и  $B$ . Легко видеть, что скалярное произведение обладает переместительностью и распределительностью относительно суммы:

$$AB = BA, A(B + C) = AB + AC.$$

Во всех случаях  $-AB \leq AB \leq AB$ . Если  $AB \neq 0$ , но  $AB = 0$ , то  $A \perp B$ . По определению  $AA = A^2 = A^2$ . Квадрат вектора равен квадрату его длины. Если  $m^2 = 1$ , то  $m$  называется единичным вектором. Примером скалярного произведения является работа  $T$  постоянной силы  $F$ , действующей под углом  $\alpha$ , при перемещении  $s$  материальной точки:  $T = Fs = F s \cos \alpha$ . Другие обозначения скалярного произведения:  $(AB), (A, B), (A \cdot B)$ . Векторное произведение двух векторов  $A$  и  $B$  есть вектор  $S$ , перпендикулярный плоскости  $AB$ , направленный в сторону движения правого винта при вращении его от  $A$  к  $B$  (правило штопора) и равный по длине площади параллелограмма, построенного на  $A$  и  $B$ . Векторное произведение обозначается помещением сомножителей в квадратные скобки без какого-либо знака между ними (см. фиг. 2):  $S = [AB] = -[BA]$ ; при этом:  $S = AB \sin \alpha$ ;  $SA = 0$ ,  $SB = 0$ ;  $[A(B + C)] = [AB] + [AC]$ . Векторное произведение обладает распределительностью относительно сложения, но оно антикоммутативно, т. е. меняет свой знак при перестановке сомножителей. Векторное произведение вектора самого на себя равно нулю:  $[AA] = 0$ . Другие обозначения для векторного произведения:  $(A \times B), (A \wedge B), \overline{AB}, \underline{AB}, \underline{AB}$ . В произведении



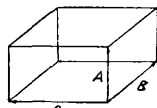
Фиг. 2.

нескольких векторов  $AB \cdot C$  озна-

чает вектор  $C$ , помноженный на скалярное произведение  $AB$ ; точка отделяет число  $AB$  от вектора  $C$ , т. о.  $AB \cdot C$  и  $A \cdot BC$  — два совершенно различных вектора. Если помножить векторное произведение  $[AB]$  скалярно на третий вектор  $C$ , то получается смешанное произведение:

$$[AB]C = [BC]A = [CA]B = -[CB]A,$$

равное по абсолютной величине объему параллелепипеда, построенного на векторах  $A, B, C$  (фиг. 3). Это произведение обозначается иногда без скобок, просто:  $V = ABC$ . Если  $V > 0$ , то векторы  $A, B, C$  образуют правую связку,  $[AB]$  составляет острый угол с  $C$ . Если  $V < 0$ , то  $A, B, C$  образуют левую связку. Если  $ABC = 0$ , то  $A, B, C$  параллельны одной и той же плоскости — они компланарны. Всегда  $-ABC \leq ABC \leq ABC$ . Если  $ABC = ABC$ , то  $A, B, C$  взаимно перпендикулярны и образуют правую связку. При умножении векторн. произведения  $[AB]$  векторно на  $C$  получится новый вектор



Фиг. 3.

$$[[AB]C] = B \cdot AC - A \cdot BC.$$

(Эта основная ф-ла в первый раз была приведена Грасманом в 1862 г.) Если  $A, B, C$  взаимно перпендикулярны, то  $[[AB]C] = 0$ . Из этих формул легко выводятся преобразования произведений из четырех векторов:

$$[AB][CD] = AC \cdot BD - AD \cdot BC; [[AB][CD]] = C \cdot ABD - D \cdot ABC = B \cdot ACD - A \cdot BCD$$

и т. п.

Деление векторов в обычном смысле невозможно, потому что одно скалярное или векторное произведение недостаточно определяет искомый вектор; например, если в равенстве  $Av = \alpha$  даны  $\alpha$  и  $A$ , то  $v = \frac{\alpha}{A^2} A + [Ay]$  или  $v = \frac{\alpha y}{Ay}$ , где  $y$  — произвольный вектор. Если дано  $[va] = A$ , то  $v = \frac{[aA]}{a^2} + va$ , где  $v$  — произвольный скаляр. Для полного определения вектора д. б. три скалярных ур-ия:  $Av = \alpha$ ;  $Bv = \beta$ ;  $Cv = \gamma$ ; тогда  $v = \alpha A' + \beta B' + \gamma C'$ , где  $A', B', C'$  — три вектора, обратных (взаимных) данным векторам  $A, B, C$ . Эти обратные векторы определяются формулами:

$$A' = \frac{[BC]}{ABC}, B' = \frac{[CA]}{ABC}, C' = \frac{[AB]}{ABC}$$

и удовлетворяют поэтому таким соотношениям:  $AA' = BB' = CC' = 1$ ;  $ABC \cdot A'B'C' = 1$ ;  $AB' = AC' = 0$  и т. д. Эти ф-лы позволяют разложить любой вектор  $A$  на составляющие по трем заданным направлениям, определяемым тремя единичными векторами  $m, n, p$ . Для этого образуем обратные векторы  $m', n', p'$ ; тогда

$$A = Am' \cdot m + An' \cdot n + Ap' \cdot p.$$

Следует заметить, что вместе с тем

$$A = Am \cdot m' + An \cdot n' + Ap \cdot p'.$$

Если требуется разложить  $A$  на два составляющих вектора, параллельно и перпендикулярно единичному вектору  $n$ , то получается

$$A = n \cdot An + [n[An]].$$

Разложение  $\mathbf{A}$  на составляющие параллельно  $\mathbf{p}$  и перпендикулярно  $\mathbf{s}$  дает (при  $\mathbf{ps} \neq 0$ ):

$$\mathbf{A} = \mathbf{p} \cdot \frac{\mathbf{As}}{ps} + \frac{[\mathbf{s}[\mathbf{A}\mathbf{p}]]}{ps}$$

Для определения точки  $P$  в пространстве относительно выбранной произвольно в пространстве точки  $O$  служит радиус-вектор  $\mathbf{r}$ , который совпадает по величине и направлению с вектором  $OP$ . В отличие от рассмотренных до сих пор векторов радиус-вектор зависит не только от положения конечной точки  $P$ , но также и от положения начальной точки  $O$ . Уравнения, подчиняющие радиус-вектор определенным условиям, дают решение ряда задач геометрии и механики, напр.:  $(\mathbf{r}-\mathbf{r}_1) \cdot \mathbf{A} = 0$  есть уравнение плоскости, проходящей через точку  $\mathbf{r}_1$  перпендикулярно к  $\mathbf{A}$ ; уравнение  $(\mathbf{r}-\mathbf{r}_1) \cdot [\mathbf{m}\mathbf{n}] = 0$  есть уравнение плоскости, проходящей через точку  $\mathbf{r}_1$  параллельно  $\mathbf{m}$  и  $\mathbf{n}$ ;  $[\mathbf{r}\mathbf{n}] = \mathbf{M}$  (при  $n^2=1$ ) есть уравнение прямой, параллельной  $\mathbf{n}$ , проходящей от начала  $O$  на расстоянии  $M$ , причем плоскость, проходящая через  $O$  и через эту прямую, перпендикулярна к  $\mathbf{M}$ . Если имеется ряд материальных точек  $P_i$ , радиус-векторы которых равны соответственно  $\mathbf{r}_i$ , а массы  $m_i$ , то центр тяжести такой системы определяется радиусом-вектором  $\mathbf{r} = \frac{\sum m_i \mathbf{r}_i}{\sum m_i}$ . Если твердое тело вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг оси, проходящей через начальную точку  $O$  в направлении единичного вектора  $\mathbf{n}$ , то это вращение характеризуется вектором угловой скорости  $\bar{\omega} = \omega \mathbf{n}$ . Тогда линейная скорость  $\mathbf{v}$  движения любой точки  $P$  этого тела, радиус-вектор которой  $\mathbf{r}$ , определяется по формуле:  $\mathbf{v} = [\bar{\omega} \mathbf{r}]$ . Если на эту точку  $P$  действует сила  $\mathbf{F}$ , то момент этой силы относительно точки  $O$  равен вектору  $\mathbf{M} = [\mathbf{r} \mathbf{F}]$ . Следовательно, для того чтобы  $\mathbf{M}$  оставалось постоянным, конец радиуса-вектора  $\mathbf{r}$ , т. е. точка приложения силы  $\mathbf{F}$ , может перемещаться только параллельно  $\mathbf{F}$ .

Для действительного численного задания вектора необходимо выбрать какую-либо систему координат, относительно к-рой определяется вектор, так как абсолютного направления в пространстве не существует. Выберем три взаимно перпендикулярных единичных вектора  $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ , параллельных координатным осям  $OX, OY, OZ$  и образующих правую связку,  $\mathbf{i}\mathbf{j}\mathbf{k} = +1$ . Тогда  $\mathbf{i}^2 = \mathbf{j}^2 = \mathbf{k}^2 = 1, \mathbf{i}\mathbf{j} = \mathbf{j}\mathbf{k} = \mathbf{k}\mathbf{i} = 0; [\mathbf{i}\mathbf{j}] = \mathbf{k}, [\mathbf{j}\mathbf{k}] = \mathbf{i}, [\mathbf{k}\mathbf{i}] = \mathbf{j}$ . Теперь можно разложить любой вектор параллельно единич. векторам  $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ :

$$\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k},$$

где  $A_x = \mathbf{A}\mathbf{i}, A_y = \mathbf{A}\mathbf{j}, A_z = \mathbf{A}\mathbf{k}$  — проекции, или координаты, вектора  $\mathbf{A}$ . Равным образом:

$$\mathbf{B} = B_x \mathbf{i} + B_y \mathbf{j} + B_z \mathbf{k}; \mathbf{C} = C_x \mathbf{i} + C_y \mathbf{j} + C_z \mathbf{k}.$$

Нетрудно видеть, что

$$\mathbf{A} + \mathbf{B} = (A_x + B_x)\mathbf{i} + (A_y + B_y)\mathbf{j} + (A_z + B_z)\mathbf{k}$$

$$\mathbf{A}\mathbf{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z; A^2 = A_x^2 + A_y^2 + A_z^2.$$

Два последних выражения определены геометрически независимо от выбора координатных осей, они сохраняют поэтому неизменное значение при вращении координатных осей, или, как говорят, они инва-

риантны относительно вращения координатных осей. Далее можно вывести следующие соотношения:

$$[\mathbf{A}\mathbf{B}] = (A_y B_z - A_z B_y)\mathbf{i} + (A_z B_x - A_x B_z)\mathbf{j} + (A_x B_y - A_y B_x)\mathbf{k} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix};$$

$$[\mathbf{A}\mathbf{B}]\mathbf{C} = \begin{vmatrix} A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \\ C_x & C_y & C_z \end{vmatrix}.$$

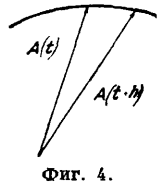
Эти формулы позволяют выражать векторные соотношения в координатах, и наоборот, например:  $X\mathbf{a} + Y\mathbf{b} + Z\mathbf{c}$  — скалярное произведение вектора с проекциями  $X, Y, Z$  на вектор с проекциями  $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ .

Весьма важное значение имеют т. н. вектор функции, а в особенности линейные вектор функции, выражающие один вектор линейной функцией другого. Такие функции встречаются в теории упругости, в гидродинамике, в теории векторных полей, в механике систем. Так, упругая сила  $\mathbf{P}$ , действующая на единицу поверхности деформирован. тела, есть линейная вектор функция единич. нормального вектора  $\mathbf{n}$ , перпендикулярного к площадке, на к-рую действует сила:

$$\mathbf{P} = n\mathbf{i} \cdot \mathbf{i}\sigma_1 + n\mathbf{j} \cdot \mathbf{j}\sigma_2 + n\mathbf{k} \cdot \mathbf{k}\sigma_3.$$

Такие вектор функции изучаются в аффинном, или тензорном исчислении (см.).

Векторный анализ. Функции скалярного параметра. Если данный вектор зависит от скалярного параметра, например от времени  $t$ , то для изучения этой функциональной зависимости сравнивают различные положения конца вектора при неподвижном начале. Когда  $t$  непрерывно изменяется, конец вектора  $\mathbf{A}(t)$  описывает некоторую кривую (см. фиг. 4). По определению, геометрическая производная вектора  $\mathbf{A}(t)$  есть предел след. выражения

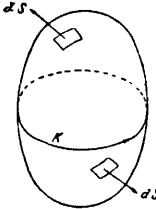


Фиг. 4.

$$\frac{d\mathbf{A}}{dt} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\mathbf{A}(t+h) - \mathbf{A}(t)}{h}.$$

Очевидно, что производная вектора постоянной длины перпендикулярна к этому вектору. Рассмотрим кривую, радиус-вектор всех точек к-рой  $\mathbf{r}$  является функцией дуги кривой  $s$ . Тогда производная  $\frac{d\mathbf{r}}{ds} = \mathbf{t}$ , где  $\mathbf{t}$  — единичный касательный вектор к кривой, описываемой концом  $\mathbf{r}$ . Далее  $\frac{d\mathbf{t}}{ds} = \mathbf{k}\mathbf{n}$ , где  $\mathbf{k}$  — кривизна кривой, а  $\mathbf{n}$  — единич. вектор главной нормали. Векторы  $\mathbf{t}$  и  $\mathbf{n}$ , по определению, образуют соприкасающуюся плоскость кривой, а  $\mathbf{b} = [\mathbf{t}\mathbf{n}]$  — единичный бинормальный вектор. Можно также показать, что  $\frac{d\mathbf{b}}{ds} = -\mathbf{x}\mathbf{n}$ , где  $\mathbf{x}$  — скаляр; число  $\mathbf{x}$  называют кручением кривой. Если радиус-вектор зависит от двух независимых скалярных переменных, т. е.  $\mathbf{r} = (u, v)$ , то конец этого вектора описывает поверхность. И, наконец, если радиус-вектор зависит от трех независимых скалярных переменных  $u, v, w$ , то конец  $\mathbf{r}$  описывает часть пространства. Переменные  $u, v, w$  называются криволинейными координатами конца вектора  $\mathbf{r}$ .

Скалярные и векторные поля. Если скаляр  $p$  имеет во всех точках некоторого пространства определенные значения, то тогда это пространство является полем скаляра  $p$ . Для изучения изменения  $p$  в его поле необходимо знать, как будет изменяться  $p$  при перемещении в любом направлении из его начального положения. Для этого поступают следующим образом: 1) окружают данную точку  $M_0$  оболочкой и разбивают эту оболочку на элементы поверхности  $dS$ , при чем величина вектора  $dS$  равна площади  $dS$ , а направление определяется единственным вектором внешней нормали  $n$ ; 2) образуют для каждого элемента поверхности произведение  $p dS$  и вычисляют сумму этих произведений по всей оболочке  $\oint p dS$ ; 3) делят на объем  $V$ , заключенный внутри оболочки; 4) стягивают эту оболочку вокруг точки  $M_0$  т. о., чтобы объем  $V$  стремился к нулю (см. фиг. 5). В пределе получается пространственная производная скалярной функции  $p$ , обозначаемая в виде



Фиг. 5.

$$\nabla p = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oint p dS.$$

$\nabla p$  — вектор, называемый также градиентом  $p$ . Проекция этого градиента на любое направление, характеризуемое единичным вектором  $m$ , равняется производной  $p$  в этом направлении:  $m \nabla p = \frac{\partial p}{\partial m}$ , например, если  $p$  есть давление в любой точке жидкости, то  $\oint p dS$  — сила давления, действующая на оболочку, окружающую точку  $M_0$ . Тогда  $-\frac{1}{V} \oint p dS$  есть средняя сила, действующая на единицу объема внутри оболочки, а  $-\nabla p$  есть сила, действующая на единицу объема в точке  $M_0$ . Вместо  $\nabla p$  иногда применяют обозначение  $\text{grad } p$ .

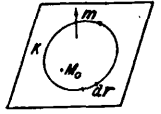
Пространственные производные в векторных полях образуются точно таким же образом. Если имеется поле вектора  $A$ , то, по определению, потоком вектора  $A$  через оболочку, окружающую точку  $M_0$ , называется выражение  $\oint A dS$ . (Если бы  $A$  изображало в каждой точке скорость движения жидкости, то  $\oint A dS$  равнялся бы объему жидкости, вытекающей в единицу времени через оболочку.) Разделив на объем и переходя к пределу ( $V \rightarrow 0$ ), получаем поток на единицу объема в точке  $M_0$ , называемый дивергенцией вектора  $A$ . Обозначение:  $\text{div } A$  или

$$\nabla A = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oint A dS.$$

Так, если  $v$  изображает в каждой точке скорость движения несжимаемой жидкости, то поток вектора  $v$  через любую замкнутую поверхность равен нулю, поэтому  $\text{div } v = 0$ . Если в интеграле по оболочке заменить скалярное произведение  $A dS$  векторным, то получится новая пространствен-

ная производная, называемая ротором вектора  $A$ . Эта пространственная производная есть вектор, обозначаемый следующим образом:  $\text{rot } A = [\nabla A] = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oint [A dS]$  (иногда

применяется и такое обозначение:  $\text{curl } A$ ). Проведем через точку  $M_0$  плоскость, перпендикулярную к единичному вектору  $m$  (см. фиг. 6). Окружим точку  $M_0$  замкнутой линией  $k$ . Разобьем контур  $k$  на элементы  $dr$ , направление которых связано с вектором  $m$  по правилу штопора, и образуем для каждого элемента скалярное произведение  $A dr$ . Если бы вектор  $A$  изображал силу, то  $A dr$  было бы элементарной работой. Сумма произведений вида  $A dr$ , взятая по всему контуру, называется циркуляцией вектора  $A$ , или линейным интегралом  $\oint A dr$ . Если разделить циркуляцию вектора  $A$  на площадь  $S$ , окаймленную контуром  $k$ , то для бесконечно малой площади  $S$  мы имеем:



Фиг. 6.

$$\frac{1}{S} \oint A dr = m \text{ rot } A.$$

Проекция ротора  $A$  на нормаль к данной плоскости равна циркуляции вектора  $A$  в этой плоскости, деленной на окаймленную площадь. Так, в электростатическом поле циркуляция вектора электрич. поля  $E$  равна нулю для любого контура. Поэтому в электростатич. поле  $\text{rot } E = 0$ . Пространственную производную вектора  $A$  можно также образовать и при помощи постоянного единичного вектора  $m$ :

$$m \nabla \cdot A = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oint m dS \cdot A.$$

Этот вектор равен производной вектора  $A$  в направлении  $m$ . Пользуясь символом  $\nabla$ , видим, что для обозначения любой пространственной производной при помощи интеграла по оболочке надо написать подинтегральное выражение, заменив в нем вектор  $dS$  символом  $\nabla$ ; этот символ называют «набла» или дифференциальным оператором Гамильтона. Если выражать пространственные производные в декартовых координатах, то дифференциальный оператор Гамильтона м. б. изображен в виде символического множителя:

$$\nabla = i \frac{\partial}{\partial x} + j \frac{\partial}{\partial y} + k \frac{\partial}{\partial z}.$$

Таким образом

$$\nabla \varphi = i \frac{\partial \varphi}{\partial x} + j \frac{\partial \varphi}{\partial y} + k \frac{\partial \varphi}{\partial z},$$

$$\nabla A = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z},$$

$$[\nabla A] = \begin{vmatrix} i & j & k \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ A_x & A_y & A_z \end{vmatrix},$$

$$m \nabla \cdot A = m_x \frac{\partial A}{\partial x} + m_y \frac{\partial A}{\partial y} + m_z \frac{\partial A}{\partial z} \text{ и т. д.}$$

Применение векторных ф-л значительно облегчает понимание различ. преобразований; напр. помещенные в т. I Технической Энциклопедии в ст. *Аэродинамика*, ст. 829,

три уравнения (где  $X, Y, Z$  — проекции вектора силы  $\mathbf{F}$ ;  $u, v, w$  — проекции вектора скорости  $\mathbf{v}$ ) могут быть записаны в векториальной форме в виде:

$$\frac{1}{\rho} \nabla p = \mathbf{F} - \mathbf{v} \nabla \cdot \mathbf{v} - \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t},$$

а четвертое уравнение примет вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho \mathbf{v}) = 0.$$

Ур-ия ст. 830 той же статьи, где  $\xi, \eta, \zeta$  — проекции вектора  $\frac{1}{2} \text{rot } \mathbf{v}$ , запишутся в виде:

$$\mathbf{F} - \frac{1}{\rho} \nabla p - \nabla v^2 = [\text{rot } \mathbf{v} \cdot \mathbf{v}].$$

С дифференциальным оператором  $\nabla$  можно обращаться, как с вектором, если соблюдать нек-рые предосторожности (например различать величины, подвергаемые действию оператора  $\nabla$ , от величин, не подвергаемых этому действию). Тогда легко получить целый ряд полезн. преобразований, например:

$$\nabla(\varphi\psi) = \varphi \nabla\psi + \psi \nabla\varphi;$$

$$\nabla \cdot \mathbf{A}\mathbf{B} = \mathbf{A} \nabla \cdot \mathbf{B} + \mathbf{B} \nabla \cdot \mathbf{A} + [\mathbf{A} \text{ rot } \mathbf{B}] + [\mathbf{B} \text{ rot } \mathbf{A}];$$

$$\nabla \varphi \mathbf{A} = \varphi \nabla \mathbf{A} + \mathbf{A} \nabla \varphi;$$

$$\nabla[\mathbf{A}\mathbf{B}] = \mathbf{B}[\nabla \mathbf{A}] - \mathbf{A}[\nabla \mathbf{B}] = \mathbf{B} \text{ rot } \mathbf{A} - \mathbf{A} \text{ rot } \mathbf{B}.$$

Последнюю формулу можно записать так:

$$\text{div}[\mathbf{A}\mathbf{B}] = (\nabla \mathbf{A})\mathbf{B} - (\nabla \mathbf{B})\mathbf{A};$$

здесь кругл. скобки ограничивают действие оператора  $\nabla$ . Действие дифференциального оператора не распространяется через круглые скобки; например, скаляр

$$(\mathbf{C} \nabla \cdot \mathbf{A})\mathbf{B} = \mathbf{A}(\mathbf{B} \nabla \cdot \mathbf{C}) - \mathbf{B}(\mathbf{C} \nabla \cdot \mathbf{A})$$

равен скалярному произведению из вектора  $\mathbf{B}$  на производную  $\mathbf{A}$  в направлении  $\mathbf{C}$ , помноженную на  $\mathbf{C}$ . Вектор

$$(\nabla \cdot \mathbf{A})\mathbf{B} = \mathbf{B} \nabla \cdot \mathbf{A} + [\mathbf{B} \text{ rot } \mathbf{A}]$$

градиент скалярного произведения  $\mathbf{A}\mathbf{B}$ , в котором  $\mathbf{B}$  считается постоянным. Поэтому надо считать неправильными обозначения вида  $(\mathbf{A} \nabla)\mathbf{B}$  и заменять их выражениями  $\mathbf{A} \nabla \cdot \mathbf{B}$ , а также  $(\mathbf{A} \text{ grad})\mathbf{B}$  или  $[\mathbf{A} \text{ grad}]\mathbf{B}$ , где символ grad стоит вместо  $\nabla$ . Символ grad должен применяться только как сокращение слова «градиент» в применении к скалярным функциям.

Приведем примеры некоторых пространственных производных. Если  $\mathbf{r}$  — радиус вектор, а  $\mathbf{c}$  — постоянный единичный вектор, то

$$\text{grad } r = \frac{\mathbf{r}}{r}; \quad \text{div } \frac{\mathbf{r}}{r} = \frac{2}{r}; \quad \text{rot } \mathbf{r} = 0;$$

$$\text{div}(\mathbf{c} \cdot \mathbf{r}\mathbf{c}) = 1; \quad \text{grad}(\mathbf{c}\mathbf{r}) = \mathbf{c};$$

$$\text{rot}[\mathbf{c}\mathbf{r}] = 2\mathbf{c}; \quad \text{div } \mathbf{r} = 3;$$

$$\mathbf{c} \nabla \cdot \mathbf{r} = \mathbf{c}; \quad \text{grad } f(r) = f'(r) \frac{\mathbf{r}}{r};$$

$$[\mathbf{c} \nabla] \mathbf{r} = -2\mathbf{c}.$$

Дифференцируя пространственные производные, получаем вторые производные, напр.

$$\text{div grad } \varphi = \nabla \nabla \varphi = \nabla^2 \varphi.$$

Символ  $\nabla^2$  называется дифференциальным оператором Лапласа и в декартовых координатах выражается так:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

Далее:

$$\text{rot grad } \varphi = [\nabla \nabla] \varphi = 0.$$

Вторыми производными от вектора будут:

$$\text{grad div } \mathbf{A} = \nabla \cdot \nabla \mathbf{A}; \quad \text{div rot } \mathbf{A} = [\nabla \nabla] \mathbf{A} = 0;$$

$$\nabla \nabla \cdot \mathbf{A} = \nabla^2 \mathbf{A} = \text{grad div } \mathbf{A} - \text{rot rot } \mathbf{A}.$$

В более сложных случаях можно при по-

мощи индекса при  $\nabla$  обозначать тот вектор или скаляр, на к-рый действует дифференциальный оператор, например:

$$\nabla^2(\mathbf{A}\mathbf{B}) = \mathbf{A} \nabla^2 \mathbf{B} + \mathbf{B} \nabla^2 \mathbf{A} + \nabla_{\mathbf{A}} \nabla_{\mathbf{B}} \cdot \mathbf{A}\mathbf{B}.$$

Здесь  $\nabla_{\mathbf{A}}$  действует только на  $\mathbf{A}$ , а  $\nabla_{\mathbf{B}}$  — только на  $\mathbf{B}$ . Можно также для выделения величины, не подвергающейся дифференцированию, снабжать ее подстрочным знаком  $\nabla$  (комец), например:

$$\nabla \nabla \cdot (\nabla \nabla \cdot \mathbf{A}) = \nabla \nabla \cdot (\nabla \nabla \cdot \mathbf{A}).$$

Вычислим некоторые вторые производные:

$$\nabla^2 r = \frac{2}{r}; \quad \nabla^2 r^2 = 6; \quad \nabla^2 r^p = p(p+1)r^{p-2}; \quad \nabla^2 \ln r = \frac{1}{r^2}.$$

Среди функций, удовлетворяющих уравнению  $\nabla^2 \varphi = 0$ , отметим функции:

$$\frac{1}{r}; \quad \ln |c\mathbf{r}|; \quad \ln(z+r),$$

где  $z$  и  $r$  — цилиндрич. координаты,  $\varphi$  — азимут. Если на нек-рых поверхностях в поле скалярных или векторных величин происходят резкие изменения этих величин, то тогда рассматривают поверхностные производные этих величин. Если  $\mathbf{n}$  обозначает единичный вектор, нормальный к поверхности разрыва, а индексы 2 и 1 отмечают значения величин  $\varphi$  и  $\mathbf{A}$  по обе стороны поверхности разрыва, то получаются: поверхностный градиент  $\text{Grad } \varphi = \mathbf{n}(\varphi_2 - \varphi_1)$ ; поверхностная дивергенция  $\text{Div } \mathbf{A} = \mathbf{n}(\mathbf{A}_2 - \mathbf{A}_1)$ ; поверхностный ротор  $\text{Rot } \mathbf{A} = [\mathbf{n}(\mathbf{A}_2 - \mathbf{A}_1)]$ . Можно показать, что поверхностные производные являются пределом соответствующих пространственных производных; напр., если считать поверхность разрыва пределом слоя, толщиной  $h$ , то произведение  $h \text{ div } \mathbf{A}$  стремится к поверхностной дивергенции:

$$\lim h \text{ div } \mathbf{A} = \text{Div } \mathbf{A},$$

при  $h$ , стремящемся к 0.

Кроме дифференциальных формул, не менее важны интегральные формулы. Следует отметить теорему Гауса, связывающую поток вектора  $\mathbf{A}$  через замкнутую поверхность с объемным интегралом его дивергенции, распространенным по объему, заключенному внутри этой оболочки

$$\oint \mathbf{A} d\mathbf{S} = \int_V \text{div } \mathbf{A} d\tau;$$

в частности:

$$\oint d\mathbf{r} = 0; \quad \oint d\mathbf{S} \nabla \cdot \mathbf{A} = \int_V \nabla^2 \mathbf{A} d\tau; \quad \oint \mathbf{r} d\mathbf{S} = 3V;$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} d\mathbf{S} = \int_V (\mathbf{B} \nabla \cdot \mathbf{A} + \mathbf{A} \text{ div } \mathbf{B}) d\tau.$$

Циркуляция вектора  $\mathbf{A}$ , по теореме Стокса, равна потоку ротора этого вектора через любую поверхность, окаймлен. этим контуром:

$$\oint_k \mathbf{A} d\mathbf{r} = \int_S \text{rot } \mathbf{A} d\mathbf{S};$$

в частности:

$$\oint \text{grad } \varphi d\mathbf{r} = 0; \quad \oint d\mathbf{r} = 0;$$

$$\oint_k \varphi d\mathbf{r} = \int_S [d\mathbf{S} \text{ grad } \varphi];$$

$$\oint_k [d\mathbf{r} \mathbf{A}] = \int_S [d\mathbf{S} \nabla] \mathbf{A}.$$

Эти формулы чрезвычайно полезны при разрешении задач из области теории поля,



теории потенциала, дифференциальн. геометрии и т. д. Так, если в поле вектора  $A$  обозначить его направление при помощи единичного вектора  $t$ , так что  $A = At$ , то этот вектор  $t$  будет касательным к силовым линиям, дифференциальное уравнение к-рых:  $[A dr] = 0$ . Если существуют ортогональные поверхности, пересекающие под прямым углом все силовые линии, то вектор  $t$  есть единичный нормальный вектор этих поверхностей. Тогда  $\text{div } t = H$ , где  $H$  в каждой точке равно средней кривизне ортогональной поверхности. Далее  $\text{rot } t = kb$ , где  $k$  — кривизна, а  $b$  — бинормаль силовой линии. Пространственные производные вектора  $A$  равны в этом случае:

$$\text{div } A = AH + t \nabla A; \text{rot } A = Akb - [t \text{ grad } A].$$

В частности, если вектор  $A$  удовлетворяет условиям:  $\text{div } A = 0, \text{rot } A = 0$ , то его длина  $A$  удовлетворяет дифференциальным ур-ням

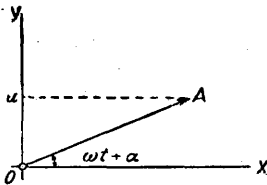
$$\frac{1}{A} \cdot \frac{\partial A}{\partial t} = -H; \frac{1}{A} \cdot \frac{\partial A}{\partial n} = k,$$

где  $\frac{\partial A}{\partial t}$  и  $\frac{\partial A}{\partial n}$  обозначают производные скаляра  $A$  в направлении  $t$  и главной нормали  $n$ ;  $\nabla^2 A = -2K$ , где  $K$  — полная гаусова кривизна ортогональной поверхности. Эти формулы весьма полезны для исследования полей, удовлетворяющих дифференциальному уравнению Лапласа.

Векторный анализ является незаменимым орудием для изучения и исследования векторных полей, дифференциальных свойств кривых и поверхностей, гидродинамики, аэродинамики, теории упругости и т. п. Однако полного развития этот метод достигает только при одновременном пользовании тензорным (диадным, аффинорным) анализом.

Лит.: Френкель Я. И., Курс векторного исчисления, Л., 1925; Черданцев И. А., Основы векторного и тензорного анализа, 2 издание, Москва—Л., 1925; Шпильрейн Я. Н., Векторное исчисление, М.—Л., 1925; Ignatowsky W., Die Vektoranalysis und ihre Anwendungen in d. theoretischen Physik, B. 1—2, Lpz., 1926; Spielrein J., Lehrbuch der Vektorrechnung, 2 Auflage, Stuttgart, 1926; Gans R., Einführung in die Vektoranalysis mit Anwendungen auf die mathematische Physik, Leipzig, 1923. Я. Шпильрейн.

**ВЕКТОРНЫЕ ДИАГРАММЫ**, графическое изображение периодич. величин при помощи векторов. Чтобы изобразить колебание



Фиг. 1.

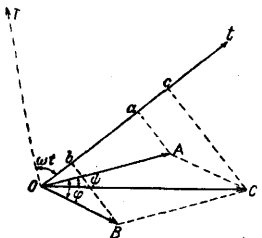
Когда время  $t$  растет, этот отрезок вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$ , и его проекция  $Oa$  на ось  $OY$  равняется мгновенному значению колебания:

$$Oa = A \sin(\omega t + \alpha) = y.$$

Когда приходится сравнивать несколько простых колебаний одного периода, удобнее изображать их неподвижными векторами. Пусть, например, имеются колебания:

$$y = A \sin \omega t, \quad z = B \sin(\omega t - \alpha).$$

Тогда откладывают в любом направлении отрезок  $OA = A$  и отстающий от него на угол  $\varphi$  отрезок  $OB = B$  (фиг. 2). Для получения мгновенных значений этих колебаний проектируют векторы  $OA, OB$  на прямую  $Ot$ , вращающуюся в отрицательном направлении с той же скоростью  $\omega$  (ось в времени). Здесь фаза колебания  $y$  принята за начало фаз ( $y = 0$  при  $t_0 = 0$ ). Ось времени занимает при  $t_0 = 0$  положение  $OT \perp OA$  и в любой момент времени  $t$  составляет с  $OT$  в отрицательн. направлении угол  $\omega t$ . Тогда проекции  $Oa, Ob$  векторов  $OA, OB$  на ось  $Ot$  равняются заданным колебаниям:  $Oa = y, Ob = z$ . Сумма этих двух колебаний



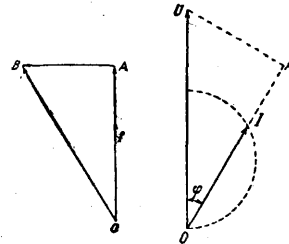
Фиг. 2.

$$x = y + z = A \sin \omega t + B \sin(\omega t - \varphi)$$

изображается геометрической суммой  $OC$  векторов  $OA$  и  $OB$ . Это результирующее колебание  $x$  имеет амплитуду  $C = OC$  и отстает от колебания  $y$  на угол  $\psi = AOC$ . Мы определили т. о. графически колебание

$$x = C \sin(\omega t - \psi).$$

В. д. применяются в акустике, оптике и особенно в электротехнике. Построим, например, В. д. электрич. напряжения



Фиг. 3.

Фиг. 4.

напряжения на зажимах дроссельной катушки с сопротивлением  $R$  и индуктивностью  $L$ , через которую проходит данный ток силы  $i = I \sin \omega t$ . Отложим вектор  $OI = I$  (фиг. 3). Тогда напряжение катушки

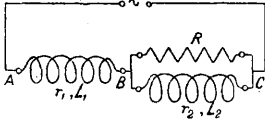
разлагается на активную составляющую, равную  $OA = RI$ , и реактивную составляющую  $AB = \omega L I$ , опережающую ток на  $\frac{\pi}{2}$ .

Когда изменяется индуктивность  $L$  катушки при неизменном сопротивлении  $R$ , то конец  $B$  вектора  $OB$ , изображающего напряжение, описывает полупрямую  $AB$ . Это и есть В. д. напряжений, дающая при заданной силе тока амплитуду и фазу напряжения в функции от  $L$ . Нетрудно построить соответствующую В. д. тока. При заданном напряжении

$$u = U \sin \omega t$$

сила тока  $i$  изображается вектором  $OI$ , конец к-рого перемещается по полуокружности при изменении  $L$  (соответствующее омическ. падение напряжения  $IR = OA$  и угол при  $A$  — прямой, опирающийся на  $OU$ ; см. фиг. 4). Эта В. д. также м. б. получена из диаграммы напряжения путем *инверсии* (см.). В. д. может также применяться для графического решения задач переменного тока. Пусть, например (фиг. 5), переменное напряжение  $u$  включено на дроссельную катушку  $AB$  с сопротивлением  $r_1$  и индуктивностью  $L_1$ , соединенную последовательно с катушкой  $BC$

сопротивления  $r_2$  и индуктивности  $L_2$ , шунтированной чистым омич. сопротивлением  $R$ . Возьмем произвольно отрезок  $BC = U_2$ , равный напряжению на зажимах шунтированной катушки. Тогда сила тока  $i$  в сопротивлении  $R$  изображ. вектором

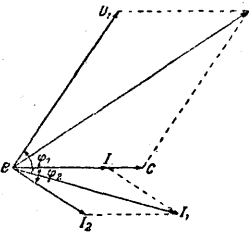


Фиг. 5.

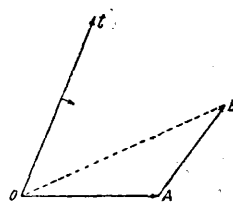
$BI = \frac{BC}{R}$  (фиг. 6),

а сила тока  $i_2$  в катушке — вектором  $BI_2 = \frac{BC}{\sqrt{r_2^2 + L_2^2 \omega^2}}$ , отстающим от  $BC$  на угол  $\varphi_2$ ,

определяемый из формулы  $\text{tg } \varphi_2 = \frac{L_2 \omega}{r_2}$ . Сумма этих токов изображается вектором  $BI_1$ , который изображает также ток  $i_1$ , проходящий в катушке  $AB$ . По этому току построим вектор напряжения на зажимах  $A-B$ , равный  $BV_1 = I_1 \sqrt{r_1^2 + L_1^2 \omega^2}$  и опережающий  $BI_1$  на угол  $\varphi_1$ , определяемый из ф-лы  $\text{tg } \varphi_1 = \frac{L_1 \omega}{r_1}$ . Сумма напряжений  $AB$  и  $BC$  изображается геометрич. суммой векторов  $BV_1$  и  $BC$  и должна равняться заданному напряжению. Отсюда определяется масштаб всей В. д., а следовательно, и все токи и напряжения в отдельных частях схемы. В. д. могут



Фиг. 6.



Фиг. 7.

применяться и для несинусоидальных периодических величин путем замены их эквивалентными синусоидальными величинами (см. *Переменные токи*).

Наконец, В. д. могут применяться для сложения колебаний различной частоты, причем в этом случае векторы, изображающие отдельные колебания, не остаются неподвижными. Если ось времени  $Ot$  (фиг. 7) вращается со скоростью  $\omega$ , соответствующей частоте колебания  $OA \sin \omega t$ , то вектор  $AB$ , изображающий колебание  $AB \sin \omega_1 t$ , должен вращаться навстречу оси времени с угловой скоростью  $\omega_1 - \omega$ . В этом случае результирующее непериодическое колебание  $OA \sin \omega t + AB \sin \omega_1 t$

изображается проекцией на ось времени вектора  $OB$ . В. д. применяются также для изображения затухающих колебаний.

Лит.: Круг К. А., Основы электротехники, М., 1926; Черданцев И. А., Теория переменных токов, М.—Л., 1924. Я. Шпильрейн.

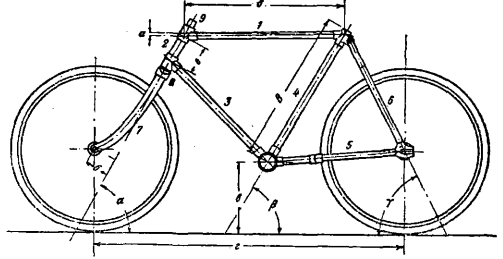
**ВЕЛЛИНГТОНИЯ**, *Sequoia gigantea*, хвойное дерево из сем. Cupressineae Rich., произрастает в Сьерра-Неваде и Калифорнии. В. достигает исключительно долговечности, до 4 000 лет, при необычайных размерах: высота—до 120 м, диам.—до 20 м. Прекрасная легкая древесина В. (уд. вес от 0,34 до 0,42) обладает прочной ядровой красновато-коричневой частью и светлой заболонью до

10 см толщины; употребляется в столярном деле; 1 м<sup>3</sup> воздушно-сухой древесины весит всего 340—350 кг. В настоящее время вывоз древесины В. из Америки прекратился.

Лит.: Керн Э. Э., Деревья и кустарники, М.—Л., 1925; Мауг Н., Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa, p. 410—414, Berlin, 1906.

**ВЕЛОДРОМ, см. Трех.**

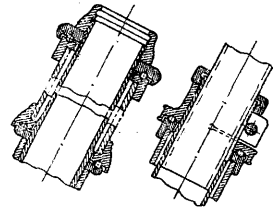
**ВЕЛОСИПЕДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.** Велосипедом называется двух- или трехколесный экипаж, приводимый в движение ногами ездока. В современном велосипеде различают следующие основные части: 1) раму



Фиг. 1.

с передней вилкой и рулем, 2) колеса с пневматич. шинами и 3) двигательный механизм, состоящий из педалей, кривошипов, зубчатых колес и бесконечной цепи.

**1. Рама.** Рама современного велосипеда изготовляется из стальных труб и состоит из переднего четырехугольника (фиг. 1), образуемого трубами 1, 2, 3 и 4, и заднего треугольника, образуемого нижней вилкой 5 и задней стойкой 6. Передняя вилка состоит из двух перьев 7, соединенных посредством коронки 8 со стержнем 9. Труба 2, называемая головкой рамы, служит втулкой для стержня передней вилки, вращающегося на шарикоподшипниках (фиг. 2). Трубы соединяются в раму специальными муфтами помощью пайки медью или электрической сварки. Различают внутреннюю и внешнюю пайку: в первом случае муфты находятся внутри труб, а во втором случае трубы входят в соответствующие патрубки муфт. Внутренняя пайка труднее, но зато она дает более изящные и гладкие рамы. В заднем треугольнике нижняя вилка соединяется всегда наглухо с остальными частями, задняя же стойка обыкновенно прикрепляется к подседельной муфте посредством стяжного болта, а внизу соединяется с концевыми вилками пайкой или винтами. Размеры рамы при заданном диаметре колес определяются следующими величинами: длиной  $B$  (фиг. 1), длиной  $d$ , наклоном верхней трубы  $a$ , высотой каретки над уровнем земли  $e$ , длиной головки рамы  $g$ , выносом передней вилки  $b$  и, наконец, тремя углами ( $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ ), образуемыми с горизонтом головкой рамы, подседельной трубой и задней стойкой. Длина  $B$  технически называется



Фиг. 2.

«высотой рамы» и определяет размер велосипеда в зависимости от роста седока. Все вышеуказанные размеры меняются в связи с модой и требованиями публики. В настоящее время нормальными размерами считаются:  $B$  (высота рамы) для детских велосипедов 450—500 мм, для дамских 500—600 мм и для мужских 550—600 мм. Длина  $d$  около 600 мм ( $d \cong B$ ), наклон  $a$  для городских машин 0—10 мм, для дорожных 20 мм, для гоночных 35 мм и больше. Головку рамы в современных машинах делают возможно малой, для придания раме большей жесткости. Вынос передней вилки  $b=60-80$  мм; высоту каретки берут в 275—300 мм (для гоночных машин часто больше); углы  $\alpha=65-68^\circ$  (обычно ок.  $68^\circ$ ),  $\beta=60-70^\circ$ ,  $\gamma=60-62^\circ$ . При соблюдении всех этих размеров общая длина хода мужского велосипеда  $z$  составит 1100—1200 мм. От высоты каретки  $v$  зависит наибольший допустимый наклон, а следовательно, и скорость машины на поворотах (при данной длине кривошипов и педалей), и вместе с тем—общая высота велосипеда. В трековых гоночных машинах размер  $v$  приходится делать настолько значительным, что сохранение нормальной высоты достигается удлинением всей рамы. Величина  $a$  влияет на распределение веса ездока на оба колеса; длина хода  $z$  также оказывает сильное влияние на ездовые качества велосипеда.

Материалом для рам служат т р у б ы из мягкой (для дорожных и легкодорожных машин) или полутвердой (для гоночных и полугоночных машин) стали, тянутые по способу Эргарта, вальцованные по системе Маннесмана, а также сваренные автогенным или электрическим путем. Условия, которым должна удовлетворять сталь, приведены в табл. 1.

Табл. 1.—Свойства стали для велосипедных рам.

Сорт стали	Химический состав в %				
	C	Mn	Si	P	S
Мягкая . . . . .	0,1—0,2	0,6	0,3	$\geq 0,07$	$\geq 0,06$
Полутвердая . .	0,2—0,4	0,7	0,3	$\geq 0,05$	$\geq 0,06$

Сорт стали	Механические свойства отожженного материала			
	сопр. на разрыв в кг/мм <sup>2</sup>	удлинение в %		выдерживает загиб на 180° вокруг стержня $\varnothing$
		$l=5d$	$l=10d$	
Мягкая . . . . .	34—42	30	25	4d
Полутвердая . .	42—50	24	20	6d

$l$  — длина образца,  $d$  — его диаметр.

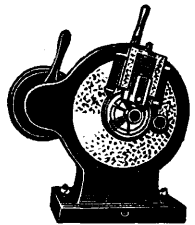
Независимо от способа изготовления все идущие для В. п. трубы подвергаются протягиванию в холодном состоянии на стальной оправке через ряд последовательно уменьшающихся стальных полированных колец (холоднотянутые трубы), чем дости-

гается, во-первых, правильность размеров, а во-вторых, улучшение механических качеств материала. Главные трубы рамы (верхняя, нижняя и подседельная) имеют диам. 25,4 мм (для гоночных и полугоночных) или 28 мм (для дорожных и легкодорожных машин); толщина стенок д. б. 0,5—0,6 мм для легких, 0,7—0,8 мм для средних и до 1,5 мм для тяжелых машин. Головка рамы (если она не делается из одного куска) д. б. толще остальных, а именно: для легких машин—диам. 32—35 мм и толщ. стенок 1,2—1,5 мм, а для тяжелых—соответственно 35—40 мм и 2,0—2,2 мм.

Соединительные муфты изготавливаются штамповкой из листовой стали с последующей сваркой или пайкой швов или же отливкой из ковкого чугуна. Материалом для штампованных муфт служит мягкая сталь с содержанием: около 0,09—0,12% С; около 0,4% Mn;  $\leq 0,03\%$  Si; 0,01% P и 0,035% S; при испытании листовой стали толщиной в 1,5 мм прибором Эриксона глубина отпечатка д. б. не меньше 10 мм. Толщина штампованных муфт делается в зависимости от веса велосипеда 1,5—2,5 мм. Материалом для литых муфт служит ковкий чугун хорошего качества, имеющий до отжига следующий химический состав: 3,2—3,8% С; 0,8—1,2% Si;  $\geq 0,1\%$  Mn;  $< 0,2\%$  S и  $< 0,1\%$  P. После отжига нормальной пробы (12 мм  $\varnothing$ ) в течение 8 суток она должна показывать в поперечном разрезе следующую металлографическ. картину: до 0,5 мм от поверхности—чистый феррит, на глубине 0,5—3,0 мм—феррит, перлит и углерод отжига (Temperkohle), середина (не более 6 мм  $\varnothing$ )—перлит, цементит и углерод отжига. Механические качества ковкого чугуна (проба 12 мм  $\varnothing$ ): сопротивление на разрыв 32 кг/мм<sup>2</sup>, предел упругости 18 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение  $\geq 2\%$ . Отливку производят в песочные формы; отжигу подвергают в течение 6—8 суток.

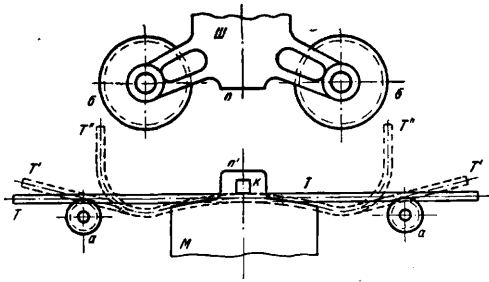
Резка труб производится на отрезном станке. На фиг. 3 изображен отрез. станок новейшей системы, дающий до 400 отрезов в час, совершенно ровных и без заусенцев. Ширину перьев передней вилки часто делают убывающей книзу; для этого круглую трубу сначала суживают к одному концу на специальном станке (наподобие описанного ниже станка для утончения спиц), затем изгибают по лекалу и плющат под прессом в матрице.

Второй операцией, производимой над трубами, является изгибание их для руля, задней стойки и для рамы дамских велосипедов. Для этого их заливают канифолью или применяют особые гибкие стальные стержни. Трубы изгибают по лекалам от руки или в прессах и на специальных станках. Приспособление, употребляемое для изгибания руля в эксцентриковом прессе с большим ходом, изображено на фиг. 4. Оно состоит из нижней матрицы  $M$ , опирающейся снизу на сильные пружины из неопускающихся роликов  $aa$  и связанных с верхним штампом  $III$



Фиг. 3.

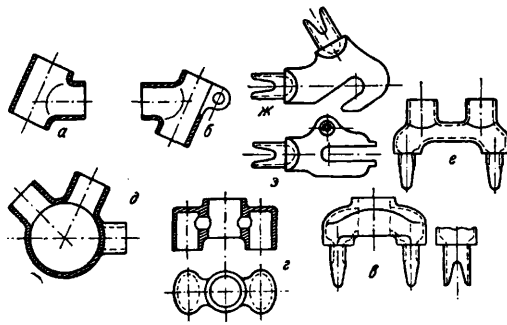
опускающихся роликов *бб*. Труба *Т* кладется на матрицу и закрепляется клином *к*. Ролики *бб*, двигаясь вместе со штампом *Ш*



Фиг. 4.

вниз, придают трубе сначала средний выгиб (положение *Т'*), после чего поверхности *п* и *п'* соприкасаются и штамп, двигая всю матрицу вниз, протаскивает трубу между роликами *аа*, придавая ей требуемую форму *Т''*.

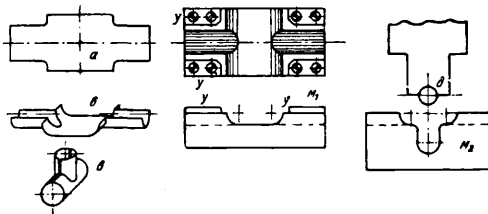
Некоторые фазоны литых муфт изображены на фиг. 5: *а* — верхняя муфта головки, *б* — подседельная муфта, *в* и *г* — коронки, *д* — втулка каретки, *е* — мост задней вилки,



Фиг. 5.

*жс* и *з* — концевые вилочки; из этих литых деталей *в*, *е*, *жс* и *з* предназначены для внутренней пайки, *а*, *б*, *г* и *д* — для наружной. Тяжеловесность и относительная ненадежность литых муфт заставили искать способа делать их из того же материала, что и трубы.

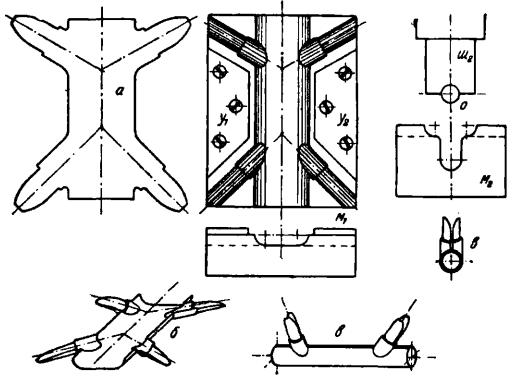
Значительное распространение получил способ штампования муфт из листовой стали указанных выше свойств. Каждый завод выработал свои приспособления и



Фиг. 6.

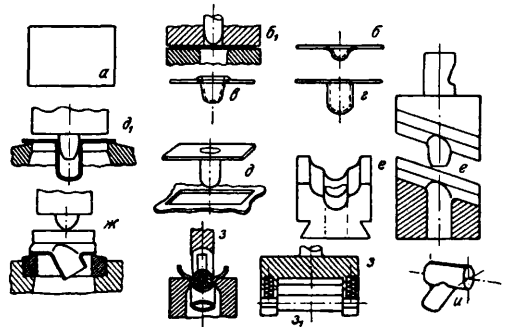
свои методы работы. Примером может служить штампование рулевой муфты, последовательные стадии которого изображены на фиг. 6: высека бланкета *а*, изгиб его в

матрице *М<sub>1</sub>*, куда он кладется между упорками *у* и получает форму *б*; окончательный изгиб в матрице *М<sub>2</sub>* помощью оправки *д* в форму *в*. Штампование более сложной части, головки рамы, изображено на фиг. 7: сначала вырезается бланкет *а*, кладется между



Фиг. 7.

упорами *у<sub>1</sub>* и *у<sub>2</sub>* в матрицу *М<sub>1</sub>* и пресуется соответствующим штампом, придающим ему вид *б*; затем его кладут в матрицу *М<sub>2</sub>*, где штамп *ш<sub>2</sub>*, опускающейся вниз оправкой *о* придает ему окончательную форму *в*. Остающиеся после штампования швы свариваются автогенным или электрич. способом или же паяются медью; в последнем случае необходимо применять гораздо более тугоплавкий припой, чем для последующей пайки рамы.

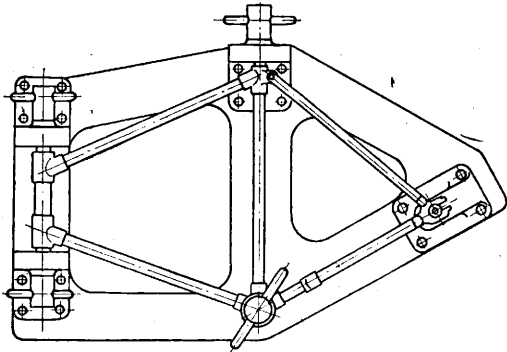


Фиг. 8.

Часто применяется штампование вместе с вытягиванием; на фиг. 8 изображено такое изготовление косоугольной муфты: высека бланкета *а*, вытягивание стакана в три хода *б*, *в*, *г* на матрицах образца *б<sub>1</sub>*, обрезка краев *д* штампом *д<sub>1</sub>*, изгиб в матрице *е*, обрезка штампом *ж* и окончательный загиб краев в матрице помощью оправки *з<sub>1</sub>* и штампа *з*; окончательная форма муфты — *и*.

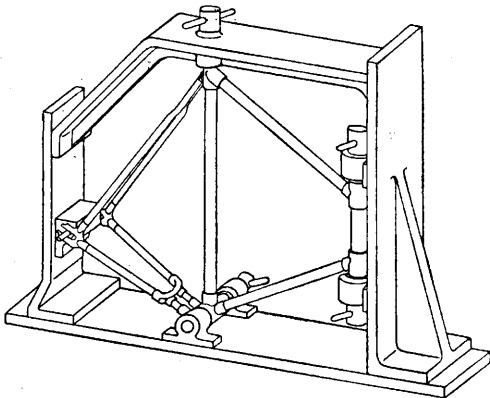
Следующая операция по изготовлению рамы — сборка. Необходимая в массовом производстве точность сборки м. б. достигнута лишь применением соответствующих приспособлений (см. фиг. 9 и 10). После сборки рамы в каждом соединении трубы с муфтой просверливается отверстие диам. 1,5—2,5 мм, в которое загоняется коническая шпилька, обеспечивающая неизменяемость положения частей при последующей пайке. После этого рама вынимается из калибра и идет в пайку.

Окончательное соединение частей рамы между собой производится тремя различными



Фиг. 9.

способами: пайкой, автогенной или электросваркой. Наиболее употребительным способом остается до наст. времени пайка медью



Фиг. 10.

или нейзильбером. В табл. 2 приведены рецепты некоторых употребительных припоев.

Табл. 2.—Составы припоев.

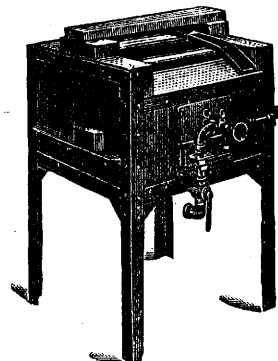
Сорт	Состав в %				$t^{\circ}$ пл.
	Cu	Zn	Ag	Ni	
Очень тугоплавкий . . . . .	60	40	—	—	840
Тугоплавкий . . . . .	54	46	—	—	770
Тугопл. серебряный . . . . .	50	46	4	—	740
Средний тугоплавкий . . . . .	51	49	—	—	700
Серебряный . . . . .	43	48	9	—	720
Тугопл. нейзильберный . . . . .	38	50	—	12	—
Легкопл. нейзильберный . . . . .	35	57	—	8	—
Легкоплавкий медный . . . . .	45	55	—	—	660
Очень легкоплавкий . . . . .	42	58	—	—	620

В мелких мастерских пайка производится от руки помощью бунзеновской горелки специальной формы; в более крупных производствах для этого служат газовые паяльные столы (фиг. 11), нагревающие подлежащее спайке место сразу с обеих сторон и препятствующие излишнему рассеиванию теплоты при помощи поставленных по бокам огнеупорных кирпичей. В массовом производстве и этот способ оказывается недостаточно производительным, и в таком случае прибегают к пайке в газовых печах или способом погружения. Печь первого типа

для пайки вилок изображена на фиг. 12. Печь второго типа применяется гл. образом для рам; она имеет сверху два отверстия: одно из них служит для предварительного подогрева спаиваемого места, второе лежит над графитовой ванной, в к-рой помещается расплавленный припой, покрываемый для уменьшения потерь от окисления угольным порошком. Места, к-рые желательно защитить от припоя, перед погружением покрывают иногда графитовой или др. замазкой.

Из двух остальных способов, электрической и автогенной сварок, первая более распространена и при правильном выборе материала труб и муфт достаточно надежна. Сварка производится впритык по способу расплавления на нормальных машинах мощностью ок. 10 kW, снабжен. лишь специальн. зажимами.

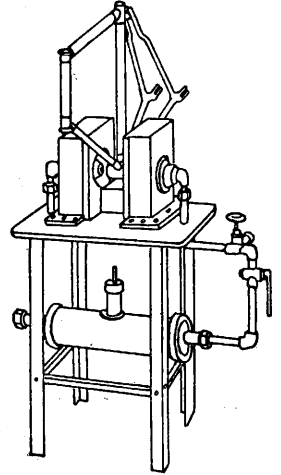
В общем приведенные способы можно характеризовать сл. обр.: пайка газовыми горелками надежна, но дорога, т. к. мало производительна (опытный мастер паяет до 20 передних вилок в ч.); пайка в специальных и газовых печах надежна и дешева (до 50 вилок в ч.); пайка погружением очень надежна и производительна (до 60—80 паяк в ч.), но вызывает значительный расход припоя и работу по очистке; электрич. сварка дешева, производительна, не всегда надежна и затрудняет правильную сборку; автогенная сварка мало производительна и ненадежна.



Фиг. 12.

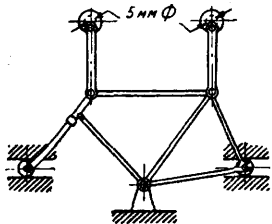
Очистка рамы от излишков припоя производится вручную, но в последнее время рекомендуется электролитич. способ (Langbein - Pfannhäuser-Werke, Лейпциг): спаянные предметы опускают в ванну, растворяющ. только припой, при чем анодами служат сами обрабатываемые предметы, а катодами — латунные листы; работа ведется при плотностях тока в 3—5 A/дм<sup>2</sup> и продолжается 15—30 минут. Делавшиеся неоднократно попытки заменить пайку и сварку рамы механическими способами соединения (свинчиванием, раскаткой и т. д.) до сих пор не получили сколько-нибудь заметного распространения.

На всех образцов. з-дах рама после спайки подвергается испытанию на прочность



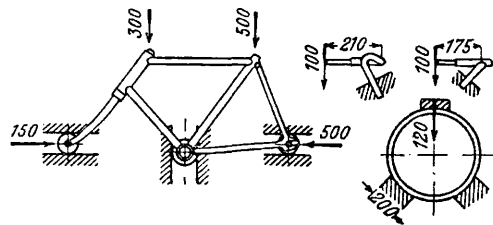
Фиг. 11.

статической или динамич. нагрузкой. Последний способ предпочтительнее, но в виду его длительности (несколько часов и даже дней) он м. б. применяем лишь за выдержку. Схема его приведена на фиг. 13. Рама зажимается в середине неподвижно, тогда как оси переднего и заднего колес могут перемещаться в горизонт. направлении; к подседельной и верхней рулевой муфте прикрепляются длинные шатуны, верхние концы которых совершают 200—300 колебаний в минуту с амплитудой в 5—6 мм. Машина служит только для сравнительных испытаний, при чем счетчик отмечает число колебаний, выдержанных рамой до поломки. Испытание статическ. нагрузкой производится по схеме, приведенной на фиг. 14, где указаны размеры и направления нагрузок при испытании рамы, руля,



Фиг. 13.

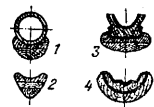
подседельного крюка и обода переднего колеса (для заднего колеса нагрузка увеличивается до 150 кг). После всех этих испытаний части не должны обнаруживать остающихся деформаций.



Фиг. 14.

По испытанию рама направляется в отдел к у. Загрунтовка, особой эмалью, производится кистями, пульверизаторами или погружением в ванну с краской; последний способ наиболее производителен и допускает применение поточной работы. Краске дают стекать в продолжение 10—15 минут, после чего рама поступает в сушильную печь, где она сохнет при 150—170° в течение 1½—2 ч. Затем ее в 2—3 приема окончательно покрывают эмалью, при чем она каждый раз поступает для сушки в печь (для черной эмали при 140—160° на 1½—2 ч., для цветной при 60—100° несколько дольше). В массовом производстве рамы передвигаются от одной ванны к другой и через сушильные печи на бесконечных цепях или подвесных однорельсовых дорогах.

**2. Колеса.** Обода делают деревянными или стальными; несколько типичных профилей первых изображены на фиг. 15 (1, 2 для однострубных, 3 и 4 для двухтрубных шин). Материалом для них служат преимущественно гикори и ясень. Профили стальных ободов чрезвычайно разнообразны; некоторые из них приведены на фиг. 16. Наиболее употребительны: 1—для



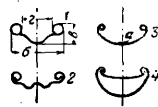
Фиг. 15.

шин типа Денлоп и 3—для шин с бортами. Ходовые диаметры резиновых шин: для детских велосипедов — 560 мм, редко — 610 мм; для прочих — 660 и 710 мм. Нормальные размеры ободов для шин в 710 мм приведены в табл. 3. Число отверстий для спиц—36, их диаметр—4,5 мм.

Табл. 3. — Размеры ободов.

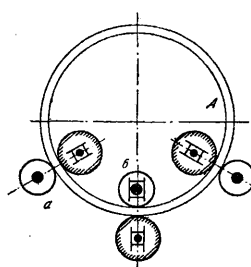
Ширина шин	Периферический размер в мм по дну обода для типов шин:		Размер сечения в мм (фиг. 16, 1)		
	Денлоп	с бортами	б	в	г
30 мм (1¼ дм.)	1995 <sup>+2,5</sup> <sub>-1,2</sub>	1960±2,5	30	13 ±0,5	20
30 » » »	»	»	33	13,5±0,5	20
38 мм (1½ дм.)	»	»	33	13 ±0,5	23
38 » » »	»	»	38	16,5±0,5	25
44 » (1¾ дм.)	»	»	43	15 ±0,5	30

Материалом для ободов служит хорошо сваривающаяся, не слишком твердая сталь такого же состава, как и для штампованных муфт. Она валуется холодным способом в длинные ленты соответствующего сечения. В последнее время для шин с бортами употребляют часто обода, имеющие посередине небольшой выступ (фиг. 16, 3, а), который придает сечению большую жесткость, а также скрывает до нек-рой степени головки nipples. Стальная лента, намотанная на катушки, пропускается через специальные валцы, придающие



Фиг. 16.

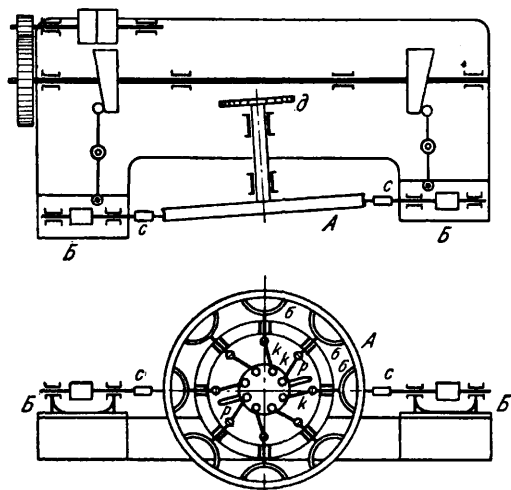
ободу надлежащий профиль и изгибающие его одновременно в кольцо. За последней парой валцов находятся ножницы, которые отрезают ленту надлежащей длины. Производительность машины около 150 ободов в час. Стык спаивается, а чаще сваривается впритык расплавлением на электрических сварочных машинах сопротивления. Мощность машины около 15 kW, продолжительность одной сварки 15—20 секунд.



Фиг. 17.

Остающийся после сварки шов удаляют обработкой наждачным колесом вручную или на специальных станках, служащих одновременно для выверки круговой формы обода. Схема действия такого станка изображена на фиг. 17: два неподвижных а и один переставной ролик б вместе с тремя наждачными кругами придают ободу А окончательную форму. После этого приступают к сверлению отверстий для спиц. Применяются здесь сверльные станки обычно являющиеся специальной конструкцией велосипедных заводов. При одном повороте рукоятки р (фиг. 18) обод А зажимается распорками б, соединенными с шатунами к. Зажимная муфта помещается на одной оси с делительным

кругом  $d$  и составляет требуемый расхождение спиц угол с осями двух сверлильных шпинделей  $c$ , находящихся в бабках  $B$  и приводимых в движение ремнем от потолочного привода. Станок пригоден для сверления не только металлических, так и деревянных

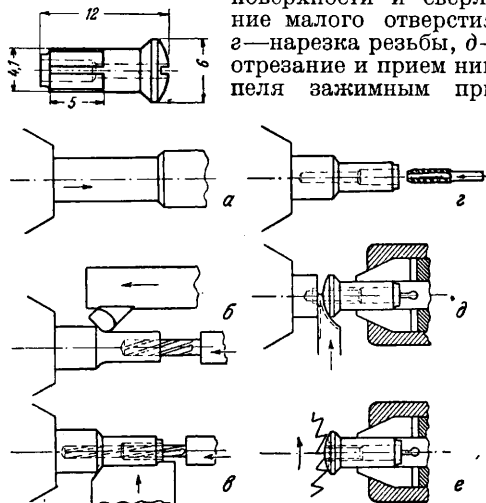


Фиг. 18.

ободов. Время сверления обода составляет около 6 м.; один рабочий может свободно обслуживать 3—4 станка. После сверления обода поступают в отделку.

В настоящее время употребляются исключительно т. н. тангентные спицы, работающие только на растяжение и имеющие поэтому по сравнению с обыкновенными очень слабое сечение. Они изготовляются из специальной стальной проволоки (Spreichen-draht), тянутой холодным способом, толщ. 1,8—2,0 мм. Спицы делают или одинаковой толщины по всей длине или с утончением по середине до 1,5—1,6 мм. Нормальные длины спиц равны 285, 295, 305 и 315 мм. Проволока непосредственно с кругов поступает в специальную машину, где она выпрямляется, режется, снабжается головкой и изгибается; производительность машины—около 3 500 спиц в час. Утончение средней части производится на специальных станках с молоточками, которые подвергают спицу многочисленным, сравнительно слабым, но частым ударам (до 20 000 в минуту), вследствие чего происходит вытягивание спицы и одновременно улучшаются механические качества материала. Нарезка спиц иногда производится на специальных винторезных станках, но в последнее время ее стали делать почти исключительно накатыванием на специальных машинах. Производительность таких машин составляет до 2 500 спиц в час. Ниппеля делают латунные или стальные. Латунь, с содержанием около 70% Cu и 30% Zn, прессуется из проволоки в матрицах для получения надлежащей формы, после чего на специальных станках просверливается отверстие, нарезается резьба, фрезировается квадрат и пропиливается прорез; иногда квадрат делается при самом прессовании, и тогда остальная обработка ведется на автоматич. токарных

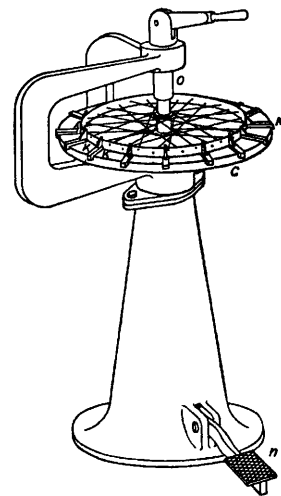
станках. Стальные ниппеля делают таким же образом или же их вытачивают из пруткового материала на автоматических токарных станках. На германских заводах материалом служит так называемая сталь для автоматов следующего химического состава: 0,07—0,12% C;  $\leq 0,2\%$  Si; 0,5—0,6% Mn; 0,1—0,15% P и 0,1—0,15% S (содержание P и S указано не предельное, но желательное); сопротивление на разрыв 40—45 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение 22—28%. Нормальные размеры ниппеля и ход обработки изображены на фиг. 19:  $a$ —движение прутка,  $b$ —обдирка наружной поверхности и сверление большого отверстия,  $c$ —шлихтование наружной поверхности и сверление малого отверстия,  $d$ —нарезка резьбы,  $e$ —отрезание и прием ниппеля зажимным при-



Фиг. 19.

способлением, подводящим его к круглой пиле, и  $e$ —выпиливание прорези. Затем ниппеля полируются во вращающихся бочках и никелируются.

Весьма ответственной работой является сборка колес. Для ускорения этой работы на всех крупных заводах применяются специальные станки (фиг. 20). Втулку со вставленными уже в нее спицами надевают на ось  $o$ , после чего кладут обод на круглый вращающийся стол  $c$  и зажимают центрирующе посредством щек  $k$ , к-рые приводятся в движение от педали  $n$ . Навинчивание и предварительную затяжку ниппелей



Фиг. 20.

производят либо вручную, либо помощью механической отвертки, с передачей через фрикционную муфту от электромотора; в первом случае равномерность затяжки зависит от опытности мастера, во втором—она

обеспечивается постоянством максимального вращающего момента, передаваемого муфтой. Производительность такого станка при работе механик. отвертками 6—10 колес в ч. После сборки колеса поступают для окончат. выверки к мастерам-специалистам, т. к. эта работа требует особой опытности и сноровки.

Все три главные оси велосипеда (передняя, задняя и ось каретки) вращаются на шарикоподшипниках. Несущие ось шарикоподшипников помещаются между двумя соответственным образом сформированными поверхностями. Смотря по величине угла между осью вращения и касательной в точке катания шариков мы различаем 4 рода шарикоподшипников (фиг. 21): I—нормальные ( $\alpha = 0^\circ$ ), II—с внутренним конусом ( $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ ), III—упорные ( $\alpha = 90^\circ$ ) и IV—с внешн. конусом ( $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ ).

Первый род применяется в последнее время все чаще, особенно во втулке каретки, второй и четвертый—во всех трех втулках, а третий—в головке рамы. Наиболее совершенной является первая форма, т. к. здесь происходит чистое катание шариков без скольжения. Теоретически наилучшей формой конусных подшипников (фиг. 22, а и б),—когда обе касательные или прямые, проходящие через обе точки катания шариков, пересекаются на оси подшипника. Это условие весьма трудно выполнить на практике, почему обычно конусу и чашке придают форму в. Употребительные размеры радиусов закруглений конуса  $r_1 = 0,70 d$ , чашки  $r_2 = 1,17 d$ , а глубина канавок  $z = 0,17 d$ ; угол  $\alpha$  делается нормально около  $45^\circ$  (фиг. 22).

В конусных подшипниках один из четырех элементов (2 конуса и 2 чашки) должен быть подвижным для возможности регулировки, после чего все части втулки д. б. надежным образом закреплены. Материалом для корпуса втулок служит обыкновенно та же сталь что и для автоматов; в тех случаях, когда некоторые части втулки должны быть цементированы и закалены, употребляется специальная сталь для цементации, имеющая следующий химич. состав: 0,3—0,35% С;  $\leq 0,8\%$  Mn;  $\leq 0,35\%$  Si;  $\leq 0,05\%$  Р и  $\leq 0,05\%$  S. Требуемые механические свойства представлены в табл. 4.

Материалом для корпуса втулок служит обыкновенно та же сталь что и для автоматов; в тех случаях, когда некоторые части втулки должны быть цементированы и закалены, употребляется специальная сталь для цементации, имеющая следующий химич. состав: 0,3—0,35% С;  $\leq 0,8\%$  Mn;  $\leq 0,35\%$  Si;  $\leq 0,05\%$  Р и  $\leq 0,05\%$  S. Требуемые механические свойства представлены в табл. 4.

Табл. 4.—Свойства стали для втулок.

Материал	Предел упругости в кг/мм <sup>2</sup>	Сопротивление на разрыв в кг/мм <sup>2</sup>	Удлинение в %	Ударная работа в кг.м/см <sup>2</sup>
Тянутый . . . . .	25—35	38—50	28—22	—
Отожженный . . . . .	22—28	36—44	30—25	28
Закаленный в воде при 850° (без цементации) . . . . .	35—50	55—75	20—12	20

Этот же сорт стали употребляют для осей, конусов и чашек (для последних в том случае, если их закаливают после цементации). Для лучших машин конуса и чашки закаливают в целом, для чего берут специальную хромовую сталь следующего химич. состава: 0,9—1,1% С; 1,4—1,6% Cr; 0,2—0,3% Mn; 0,2—0,3% Si со след. механич. качествами в отожженном состоянии: предел упругости 32—40 кг/мм<sup>2</sup>; удлинение 20—16%; после закалки в масле при 820—840° твердость по Бринелю 620—650, сопротивление на изгиб до 120—140 кг/мм<sup>2</sup>.

Шарики для различных втулок употребляются следующих размеров (в дм.):

Для головки . . . . .	$\frac{1}{8}$ — $\frac{5}{32}$
» педалей . . . . .	$\frac{1}{8}$ — $\frac{3}{16}$
» передней втулки . . . . .	$\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$
» задней . . . . .	$\frac{1}{8}$ — $\frac{5}{16}$
» втулки каретки . . . . .	$\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$
» задней втулки багажных 3-колесных машин . . . . .	$\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$

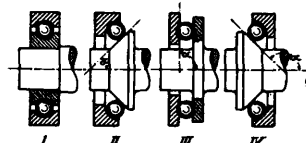
Конструкции передней втулки даны на фиг. 23, размеры втулки—в табл. 5.

Табл. 5.—Размеры втулки (в мм).

Наименование размеров	Для велосипедов	
	нормального	3-колесного
Расстояние между фланцами для спиц, $\delta_1$ . . . . .	38	38
Диаметр оси, $d$ . . . . .	7,5	10,0
Длина оси, $\delta_2$ . . . . .	110—115	130
Длина втулки, $\delta_3$ . . . . .	82—90	90—95

Задние втулки без свободного хода совершенно сходны по конструкции с передними, с той лишь разницей, что их диаметр немного больше и с правой стороны они снабжаются нарезкой для навинчивания зубчатки и контргайки. Нарезка нормально имеет наружный диаметр в 34,9 мм; диаметр по дну нарезок—33,9 мм, число ниток—24 на 1"; резьба правая. Контргайку делают с левой нарезкой наружного диаметра 32,7 мм, внутренн. диаметр—31,77 мм, 24 нитки на 1". Одним из существенных размеров задней втулки является расстояние цепной линии от средней плоскости заднего колеса; нормальными размерами являются 33, 35 и 38 мм, при чем последняя величина наиболее употребительна. Нормальные размеры задних втулок приведены в табл. 6.

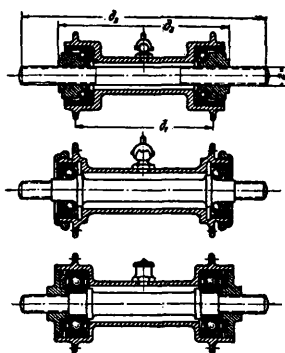
Большинство современных велосипедов снабжаются т. н. свободным ходом, т. е. такой задней втулкой, к-рая допускает передачу усилия только в одном направлении, благодаря чему велосипед продолжает на ходу катиться вперед и при остановленных педалях. На фиг. 24 изображена втулка свободного хода системы Торпедо. При вращении зубчатки  $p$  вперед, в направлении,



Фиг. 21.



Фиг. 22.



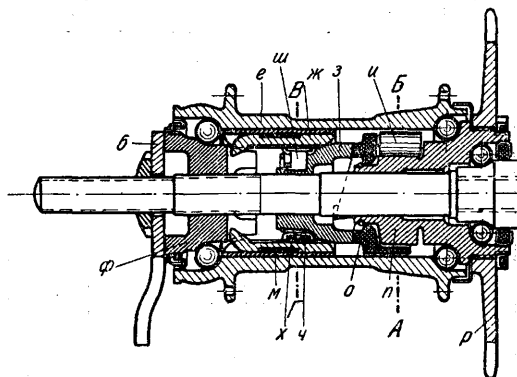
Фиг. 23.



Табл. 6.—Размеры задних втулок (в мм).

Род машины	Расстояние между цепными звеньями	Длина втулки	Длина оси	Род подшипников
Нормальн. велосип.	33	95	130	Наружные конуса
	35	95	135	
	38	100	140	
Тендемы . . . . .	50	118	160	Внутренние конуса
	Нормальн. велосип.	33	88	
35		93	125	
38	98	135		

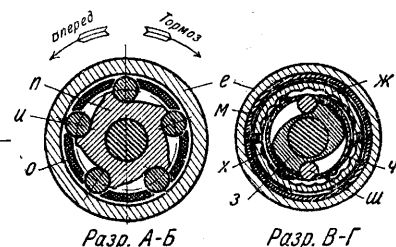
указанном на разрезе А-Б стрелкой, тело храповика *n* вращается в том же направлении, при чем ролики *и*, заклиниваясь между храповиком и корпусом втулки *e*, передают рабочее усилие на заднее колесо. Если при



Фиг. 24.

вращающемся вперед колесе мы остановим зубчатку, то втулка *e*, продолжая вращаться в том же направлении, откатит ролики вглубь канавок храповика и т. о. нарушит сцепление между зубчаткой и колесом.

При вращении же педалей, а следовательно и зубчатки, в обратном направлении ролики, упираясь в вырезы клетки *о*, начнут вращать последнюю в том же направлении. Клетка *о* имеет на левом конце (см. продольный разрез) винтовые поверхности, соприкасающиеся с винтовыми поверхностями промежуточной втулки *з*; пока последняя вращается вместе с клеткой *о* вперед, ролики *ш* (см. разрез В-Г) удерживаются в глубине вырезов промежуточной втулки кольцом *ч*, скользящим с легким трением (благодаря пружинкам *х*) в тормозной втулке *жс*. Последняя удерживается от вращения двумя выступами, входящими в вырезы левого конуса *ф*, снабженного в свою очередь рычагом *б*, соединенным с рамой велосипеда. При вращении промежуточной втулки *з* в тормозном направлении ролики *ш* выдвигаются кнаружи и, входя в одну из канавок тормозной втулки *жс*, удерживают втулку *з* от дальнейшего вращения в этом направлении; в этот момент вступают в действие винтовые поверхности, которые продвигают втулку *з* влево, благодаря чему состоящая из двух половин, удерживаемых вместе пружиной *м*, тормозная втулка *жс* надвигается на конусные поверхности *ф* и *з*, распирающие ее и вызывающие т. о. тормо-



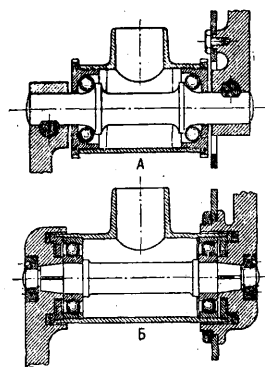
Фиг. 25.

же заднего колеса. Иногда заднюю втулку снабжают еще двумя сменными скоростями, позволяющими уменьшать передачу при подъеме на гору или на плохой дороге.

Конструкции втулок каретки также весьма разнообразны; некоторые типичные примеры их даны на фиг. 25. Наиболее употребительна система А с внутренними конусами и закреплением кривошипов клиньями. Нормальные размеры втулки каретки определяются следующим требованиям: расстояние между внешними поверхностями кривошипов не должно превосходить 125 мм; расстояние между цепной линией и средней плоскостью рамы должно быть равно 33, 35 или 38 мм соответственно задней втулке; наружный диам. корпуса каретки—41 мм. Вал каретки не должен обнаруживать остаточных деформаций после нагрузки в 150 кг

на плече, равном длине кривошипа. Нормальный диаметр вала для обыкновенных велосипедов 16 мм, для тяжелых машин—18,5 мм. По изготовлении частей для втулок большинство их подвергается цементации и закалке. В более крупных частях, которые должны быть цементированы не по всей поверхности, части, ответственствующие остаться мягкими, покрываются замазкой из глины в 5—8 мм, а в последнее время стали покрывать их тонким слоем меди гальванич. способом. При употреблении стали, о которой говорилось выше, цементация продолжается 5—8 ч. при  $t^{\circ}$  850—900°. Закалку можно производить или непосредственно из печи для цементации или, еще лучше, дать всему медленно остыть и затем закалывать особо. Мелкие части с выгодой цементуются при помощи газа в специальных вращающихся печах по типу изображенной на фиг. 26. Подлежащие цементации предметы загружаются в печь (смотря по размеру ее, от 20 до 400 кг за раз), которая затем доводится до  $t^{\circ}$  750—780°, при

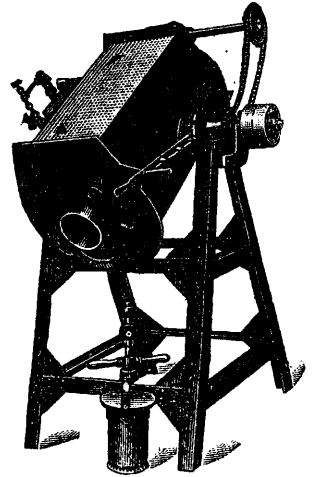
вращающемся вперед колесе мы остановим зубчатку, то втулка *e*, продолжая вращаться в том же направлении, откатит ролики вглубь канавок храповика и т. о. нарушит сцепление между зубчаткой и колесом. При вращении же педалей, а следовательно и зубчатки, в обратном направлении ролики, упираясь в вырезы клетки *о*, начнут вращать последнюю в том же направлении. Клетка *о* имеет на левом конце (см. продольный разрез) винтовые поверхности, соприкасающиеся с винтовыми поверхностями промежуточной втулки *з*; пока последняя вращается вместе с клеткой *о* вперед, ролики *ш* (см. разрез В-Г) удерживаются в глубине вырезов промежуточной втулки кольцом *ч*, скользящим с легким трением (благодаря пружинкам *х*) в тормозной втулке *жс*. Последняя удерживается от вращения двумя выступами, входящими в вырезы левого конуса *ф*, снабженного в свою очередь рычагом *б*, соединенным с рамой велосипеда. При вращении промежуточной втулки *з* в тормозном направлении ролики *ш* выдвигаются кнаружи и, входя в одну из канавок тормозной втулки *жс*, удерживают втулку *з* от дальнейшего вращения в этом направлении; в этот момент вступают в действие винтовые поверхности, которые продвигают втулку *з* влево, благодаря чему состоящая из двух половин, удерживаемых вместе пружиной *м*, тормозная втулка *жс* надвигается на конусные поверхности *ф* и *з*, распирающие ее и вызывающие т. о. тормо-



Фиг. 26.

чем через рабочее пространство печи пропускается содержащий углерод газ (обычно карбюрированный бензином или бензолом аммиак), который и производит цементацию. Печь вращается со скоростью 1—6 об/м., чем достигается равномерность цементации. Продолжительность последней равна  $\frac{1}{2}$ —2 час., в зависимости от требуемой глубины цементации. Закалку производят непосредственно из печи, для чего под конец понижают темп-ру до 850°. При этом способе на 100 кг цементированных изделий расходуется около 8 кг нефти, 12 м<sup>3</sup> аммиака, 0,6 кг бензина (для карбюрации) и ок. 1½ ч. рабочего времени. После закалки рабочие поверхности втулок, конусов и чашек подвергаются шлифованию наждачными кругами с водой на специальных шлифовальных станках. Подлежащую никелированию наружную поверхность втулок после шлифовки обезжиривают. Обе операции м. б. заменены электролитич. декапированием в специально составленной ванне. При последнем способе предметы м. б. одновременно покрыты тонким слоем меди. Никелировка производится в движущейся ванне, в которой или только сама жидкость поддерживается в по-

стоянном движении пропусканием воздуха или, кроме того, и никелируемые предметы двигаются в ванне. Прочности и быстроте никелирования содействует также применяемое теперь непрерывн. фильтрование жидкости, для чего имеется особый центробежный насос. Никелировочная установка, начиная с электролитического декапирования, м. б. совершенно автоматическ. звеном современной поточной работы. Сравнительные данные различных способов никелировки приведены в табл. 7 (принимая среднюю



Фиг. 26.

Табл. 7. — Различные способы никелировки.

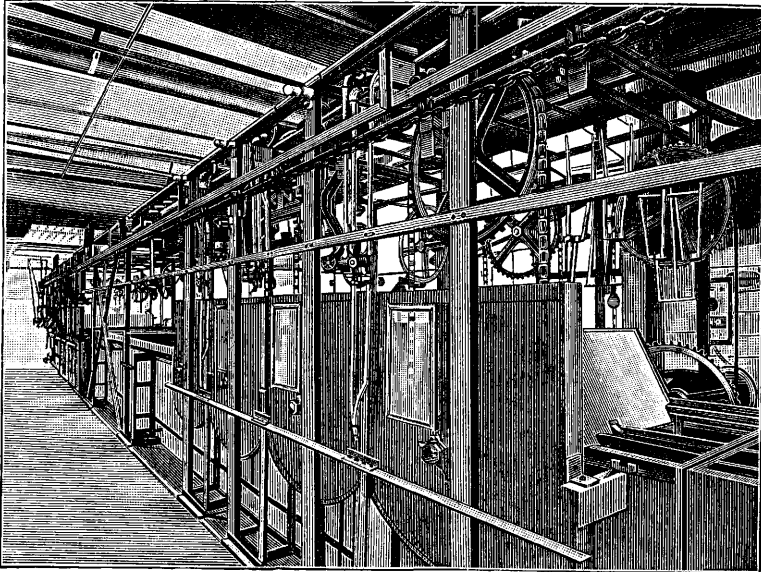
Характеристика ванны	Электролит				Ток		Время никелировки в минутах	Продувание сжат. воздух.				Мех. прив.	
	колич. со-ли в кг на 100 л	плотность в °Be	t°	Расстояние предметов от анодов в см	V	A/dm²		число сопел	давление в атм	воздуш. в м³/ч	Мощность фильтр. насоса в м³/ч	скорость движ. в м/мин	мотор Н
Обыкновен. ванна, разм. 1 800 л, слабо кислая, вальц. аноды . . . . .	10	6—7	25	18	2,5	0,35	180—240	—	—	—	—	—	—
Неподвиж. ванна, разм. 1 800 л, слабо кислая, вальц. аноды, старый тип . . . . .	25	15—17	25	18	3,0	1,0	75—90	—	—	—	—	—	—
То же, новый тип . . . . .	32	18—20	35—40	18	4,0	2,0—3,0	45—50	—	—	—	—	—	—
Неподвиж. ванна, разм. 2 000 л, слабо кислая, вальц. аноды, с продуванием воздуха и 1 фильтром . . . . .	26	16—20	30—35	18	3,0—5,0	1,5—3,0	30—40	2	1,0	2,4	1,2	—	—
Быстродействующ. ванна, разм. 2 000 л, слабо кислая, вальц. и литые аноды (пополам), с колеб. движ. анодов и штанг . . . . .	28	16—20	30—40	18	4,0—5,0	2,0—2,5	35—45	—	—	—	—	0,5	0,3
Быстродействующ. ванна, разм. 2 700 л, слабо кислая, вальц. аноды с кругов. движ. подвешенного кольца и 2 фильтрами, 1926 г. . . . .	15	9—10	28—35	20	4,0—5,0	2,0—3,0	30—35	3	1,0	3,6	2,4	3,7	0,2
Быстродействующ. ванна, размера от 5 000 л, слабо кислая до нейтральной, вальц. аноды, с поступат. движ. предметов, с 8 фильтрами, 1927 г. . . . .	32	18—20	30—40	18	4,0—6,0	2,0—4,0	20—30	4	1,0	4,8	9,6	0,5—1,0	0,3

толщину слоя  $\cong 0,015$  мм). Толщина никелевого слоя для лучших велосипедов делается в 0,03 мм (ок. 250 г/м<sup>2</sup>), для более дешевых велосипедов — от 0,01 до 0,015 мм (90—180 г/м<sup>2</sup>).

Задние зубчатки имеют 7—12 (для ленточной цепи) и 12—24 (для роликовой цепи) зубцов. Большие (средние) зубчатки при этих данных должны иметь от 30 до 70 зубцов (для роликовой цепи). Удобным набором являются: 4 малых зубчатки с 15, 16, 17, 18 и 4 больших с 30, 39, 50, 63 зубцами; получаемые из их комбинаций 16 передач покрывают почти все встречающиеся на практике требования (табл. 9).

Передаточный механизм состоит из двух зубчатых колес, цепи, кривошипов и педалей. Кривошипы укрепляются на валу каретки. Наиболее употребительным способом является закрепление при помощи клиньев (фиг. 28, а и 25, А). Недостаток этого способа — значительное давление, возникающее между клином и валом каретки и доходящее (отбрасывая уменьшающую его силу трения) до 150 кг/мм<sup>2</sup>,

т. е. до размеров, которым не может противостоять наилучший материал. Другим, также весьма употребительным способом является закрепление кривошипов на валу



Фиг. 27.

**3. Передаточный механизм.** В современном велосипеде рабочее усилие передается на заднее колесо почти исключительно помощью роликовой цепи; передача карданным валом с коническими шестернями, несмотря на многочисленные попытки, не получила сколько-нибудь значительного распространения. Величина передачи условно обозначается в дюймах, при чем число дюймов передачи равняется воображаемому диаметру колеса, пробегающего за один оборот тот же путь, что и данный велосипед при полном обороте кривошипов. Величина передачи исчисляется по формуле  $K = \frac{Z}{z}d$ , где  $K$  — передача в дм.,  $Z$  — число зубцов шестерни каретки,  $z$  — число зубцов шестерни заднего колеса, а  $d$  — диам. заднего колеса в дм. Употребительные размеры передачи для различных видов велосипеда приведены в табл. 8.

Табл. 8. — Размеры передач.

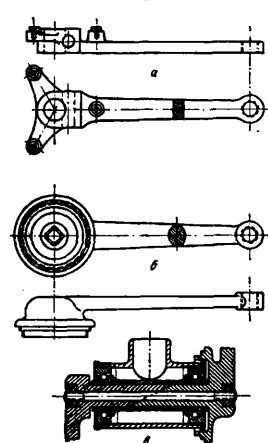
Наименование видов велосипеда	Передача в дм.	Путь в м, пробег. за 1 обор. кривошипов
Багажные трехколесные . . . . .	45	3,6
Багажные двухколесные . . . . .	60	4,8
Детские . . . . .	45—60—68	3,6—4,8—5,4
Дамские . . . . .	63—68—75	5,0—5,4—6,0
Дорожные . . . . .	68—80—95	5,4—6,4—7,6
Дорожные тендемы . . . . .	75—84—100	6,0—6,7—8,0
Легкодорожн. и полугоночные . . . . .	68—90—98	5,4—7,2—7,8
Гоночные . . . . .	75—100—112	6,0—8,0—9,0
Гоночные тендемы . . . . .	90—115—120	7,2—9,2—9,6
Многомощн. маш. для лидирования	115—125—140	9,2—10,0—11,1

Табл. 9.—Наборы зубчаток и их передачи.

Число зубцов малой зубчатки \ Число зубцов большой зубчатки	18	17	16	15
	Передачи в дм.			
30	46 $\frac{1}{2}$	49 $\frac{1}{2}$	52 $\frac{1}{2}$	56
39	60 $\frac{1}{2}$	64	68	73
50	78	82 $\frac{1}{2}$	87 $\frac{1}{2}$	93 $\frac{1}{2}$
63	98	104	110	118

помощью 3- или 4-гранного отверстия (фиг. 28, б и 25, Б), которое для облегчения пригонки и уничтожения износа делают конической формы, что сильно затрудняет и удорожает обработку. Хороший способ соединения кривошипов изображен на фиг. 28, в: здесь каждый кривошип составляет одно целое с соответствующей половиной вала; соединение достигается затягиванием сквозного болта, прижимающим оба полувала друг к другу и к стенкам окружающей их трубки. Закрепление зубчатки к кривошипу производилось прежде почти исключительно привинчиванием ее к лапкам, откованным заодно с кривошипом (фиг. 28, а); теперь предпочитают снабжать правый кривошип особым фланцем, центрирующим шестерню, которая либо прикрепляется болтиками, либо навинчивается и закрепляется контргайкой (фиг. 28, б). Сечение кривошипов

делается прямоугольным или овальным; длина их равняется нормально 160—180 мм; на конце делают для педали отверстие с винтовой нарезкой  $\frac{9}{16}'' = 14,28$  мм наружного диаметра с 20 нитками на 1'', правой



Фиг. 28.

для правого, левой для левого кривошипа. Материалом для кривошипов служит сталь, которая обладает в отожженном состоянии следующие, механические свойства: предел упругости 26—28 кг/мм<sup>2</sup>, сопротивление на разрыв 38—44 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение 25—30%, ударная работа 28 кгм/см<sup>2</sup> нормального образца. Для лучших велосипедов место крепления кривошипа к валу цементируется и закаливается. Кривошипы отковываются в матрицах при 1150—1000°, затем отжигаются 2—3 ч. при 600—650°, после чего следует обработка, производящаяся либо на сверлильных либо на полуавтоматич. токарных станках. После обработки кривошипы иногда цементируются (3—4 ч. при 800—850°) и затем закалываются при 880—900°. Кривошипы должны без остающихся деформаций выдерживать нагрузку в 160 кг, приложенную в pedalном очке параллельно оси каретки, и в соединении с осью—по 150 кг на обоих кривошипах, действующих перпендикулярно к плоскости, проходящей через оба кривошипа и ось.



Фиг. 29.

Зубчатки делают в настоящее время почти исключительно из листовой стали, толщиной ок. 3 мм и обладающей теми же механическими свойствами, что и материал для кривошипов. Элементы зубцов (фиг. 29) вычисляются по следующим формулам:

$$D_t = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}} \quad (\text{для роликовой цепи});$$

$$D_t = \frac{t}{2 \sin \frac{90^\circ}{z}} \quad (\text{для ленточной цепи});$$

$$D_n = D_t + d; \quad D_b = D_t - d; \quad L = 0,1 \text{ до } 0,2 d; \\ b = B - (0,2 \text{ до } 0,5 \text{ мм}),$$

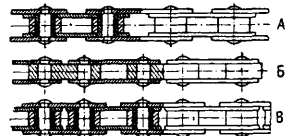
где  $D_t$ —диаметр начальной окружности,  $D_n$ —наружный диам.,  $D_b$ —диаметр по дну зубцов,  $t$ —длина звена цепи,  $z$ —число зубцов,  $d$ —диам. ролика цепи,  $L$ —тангенциальный зазор,  $b$ —толщина колеса и  $B$ —внутренняя ширина цепи.

Общепринятые размеры цепей, которые употребляются для различных видов машин, приведены в табл. 10.

Табл. 10.—Размеры цепей.

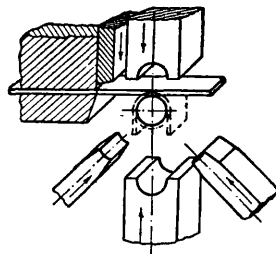
Род цепи	Виды велосипедов	Шаг	Внутренняя ширина			
роликовая	Все виды . . .	$\frac{1}{2}''$	$\frac{1}{8}''$	4 мм	$\frac{3}{16}''$	$\frac{1}{4}''$
	Воен. (Германия) . . . .	13 мм	$\frac{3}{16}''$	—	—	—
	Все виды . . . .	15 мм	4 мм	$\frac{3}{16}''$	$\frac{1}{4}''$	—
	» (наиб. употреб.) . . . .	$\frac{5}{8}''$	$\frac{1}{8}''$	4 мм	$\frac{3}{16}''$	$\frac{1}{4}''$
	Багажные . . . .	$\frac{5}{8}''$	$\frac{3}{16}''$	$\frac{2}{16}''$	$\frac{1}{4}''$	—
» » тендемов . . . .	18 мм	4 мм	$\frac{3}{16}''$	$\frac{1}{4}''$	—	
» » »	$\frac{3}{4}''$	$\frac{3}{16}''$	$\frac{1}{8}''$	$\frac{3}{16}''$	—	
ленточн.	Гонимые . . . .	1''	$\frac{1}{4}''$	—	—	—
	Багажн. з-ноленные . . . .	1''	$\frac{3}{16}''$	$\frac{1}{4}''$	$\frac{3}{16}''$	—
	» почтовые . . . .	1''	$\frac{1}{4}''$	$\frac{3}{16}''$	$\frac{3}{8}''$	—
двойн. ролик.	Все виды . . . .	1''	$\frac{1}{2}''$	4 мм	$\frac{3}{16}''$	$\frac{1}{4}''$

Наиболее употребительны роликовые цепи (фиг. 30, А), затем — ленточные (фиг. 30, Б) и двойные роликовые (фиг. 30, В). Материалом для боковых звеньев служит листовая сталь следующего химич. состава: 0,75% С; 0,50% Мп; 0,15—0,25% Si; Р и S не больше 0,05% каждого в отдельности и максимум 0,08% вместе. Сопротивление на разрыв вальцованного материала 90—95 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение  $\geq 3\%$ .



Фиг. 30.

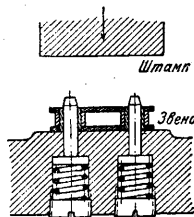
Боковые пластинки высекаются в автоматических эксцентровых прессах нормального типа (производительность до 200 000 шт. в день), затем продырявливаются и чеканятся, причем последняя операция имеет целью придать звеньям более изящный внешний вид, снабжая их фаской и штемпелем завода (40 000 в день); после этого звенья полируются во вращающихся барабанах со стальными шариками и воронятся огнем или электролитич. способом. Внутренние рамки для более дорогих цепей вытачиваются из прутков. материала на так назыв. винтовых автоматах, для более же дешевых накатываются из ленточной стали на специальных станках, принцип действия которых понятен из фиг. 31 (производительность 30 000—35 000 штук в день).



Фиг. 31.

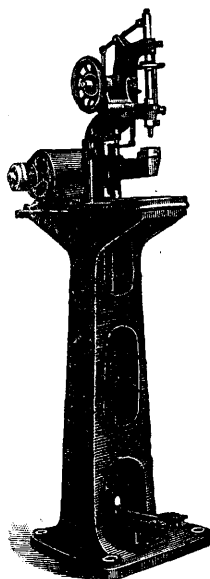
Материалом служит вальцованная холодным способом сталь следующего химич. состава: 0,13—0,20% С;  $\leq 0,4\%$  Мп;  $\leq 0,35\%$  Si;  $< 0,06\%$  Р и  $< 0,06\%$  S; сопротивление на разрыв 34—40 кг/мм<sup>2</sup>, предел упругости 24—30 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение 30—25%. Затем ролики цементируют (преимущественно в газовых печах), закалывают и полируют катанием

между полированными валками. Наружные ролики изготавливаются из того же материала на многотемпельном прессе (30 000—35 000 в день). Оси делаются в специальной машине (наподобие гвоздильного станка), которая перерабатывает непосредственно из кругов проволоку того же состава, что и для роликов, режет ее на куски требуемой длины и снабжает их на концах углублениями, облегчающими последующее расклепывание концов (производительность 30 000 в день). Сборка внутренних звеньев производится на ножном рычажном прессе с приспособлением, изображенным на фиг. 32 (производительность до 4 000 звеньев в день). После этого внутренние звенья калибруются прогонкой через полированные стальные стержни; работа производится на ножном прессе, при чем производительность одной работницы составляет около 14 000 звеньев в день. Для сборки наружных звеньев служит специальная машина, работающая автоматически и собирающая до 20 000 полузвеньев в день. Окончательная сборка цепей производится двумя работницами: из них одна вставляет наружные полузвенья во внутренние и передвигает образовавшуюся цепь ко второй работнице, которая накладывает верхние

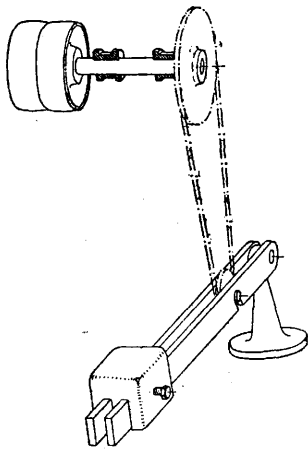


Фиг. 32.

наружные пластинки и сжимает все вместе на ножном прессе (до 20 000 звеньев в день). Собранные цепи пропускаются



Фиг. 33.

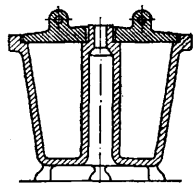


Фиг. 34.

на зубчатых колесах между двумя наждачными кругами, снимающими излишек металла на осях (производительность до 40 000 звеньев в день), после чего головки штифтов расклепываются на машине (фиг. 33) помощью пуансона, делающего несколько тысяч легких ударов в минуту и распиливающего ось, не зажимая звеньев цепи. Затем цепь вытягивается в приспособлении, схема действия которого видна из фиг. 34;

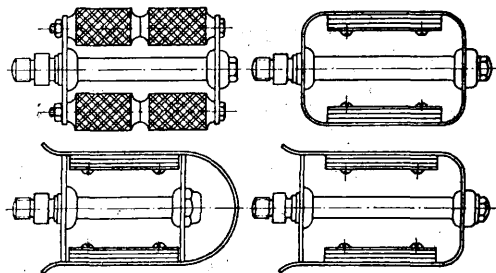
скорость движения цепи ок. 80 м в мин., а натяжение около 200 кг. Цепи должны выдерживать нагрузку в 500 кг без деформаций; разрыв происходит обычно при нагрузке, превышающей 800 кг. После вытягивания, продолжающегося ок. 2 мин. (производительность станка 16 000 звеньев в день), цепи соединяют в серии по 6—10 штук и закладывают в машину для приработки цепей, где они проходят через целый ряд роликов, изгибающих попеременно цепи в разных направлениях. Натяжение цепи равняется 75—100 кг, скорость около 100 м в минуту, продолжительность обработки для каждой серии около 15 мин. (дневная производительность 15 000—25 000 звеньев).

Зубчатые колеса штампуются из листовой стали толщиной 3—4 мм, при чем шестерни для более дорогих машин снабжаются вальцованными на специальн. станках закраинами, придающими ободу зубчатки особую прочность и служащими опорой для звеньев цепи. После отжига окружность колеса, а также и внутреннее центрирующее отверстие обтачивают на токарном станке, а затем колеса зажимают по несколько десятков штук на общей оправке и передают на автоматич. фрезерный станок, где и происходит нарезка зубцов фасонным фрезером, по системе последовательного деления, или червячным фрезером, по способу разверток. После нарезки зубцов колеса шлифуются, полируются и никелируются. Производство малых зубчаток ничем существенно не отличается от изложенного. Иногда после нарезки зубцов внешнюю часть колес цементируют и закалывают; для этого зубчатки пакуют стопками в особые горшки (фиг. 35), которые помимо экономии в цементирующем порошке дают еще то преимущество, что предохраняют от цементации среднюю часть колес.



Фиг. 35.

Педали наиболее употребительных типов изображены на фиг. 36. Рамки и поперечины педалей штампуют из обыкновенной мягкой листовой стали; ось, конус и втулку вытачивают из прутков на автоматических токарных станках. Закрывающий отверстие



Фиг. 36.

втулки колпачок прессуется из стального листа и снабжается нарезкой на полуавтоматическом токарном станке. Нормальные размеры педалей видны из табл. 11.

Табл. 11. — Размеры педалей (в мм.)

Сорт	Ширина	Длина опорной поверхности	Общая длина
Мужские . . . . .	55—60	90—100	125—140
Дамские . . . . .	55	80—85	120
Детские . . . . .	50	75	110

Ось педали снабжается на свободном конце соответствующей кривошипам нормальной нарезкой; толщина оси д. б. такова, чтобы ось могла выдержать без деформации нагрузку в 200 кг, приложен. на расстоянии 45 мм от кривошипа. Нормальный диам. оси в несуженной ее части 10 мм.



Фиг. 37.

Специальные нарезки, употребляемые в велосипедном производстве, приведены в табл. 12; форму и размеры профиля нарезки можно видеть из фиг. 37, при чем  $h = 0,866 S$ ,  $F = 0,533 S$ ,

$$f = \frac{1}{6} S, \quad e = \frac{1}{6} S, \quad \alpha = 60^\circ.$$

Табл. 12. — Нарезки, применяемые в велосипедном производстве.

Наружн. диам. в дм.	Наружн. диам. в мм.	Число ниток на 1 дм.
0,056	1,422	62
0,064	1,626	62
0,072	1,829	62
0,080	2,032	62
0,092	2,337	56
0,104	2,642	44
0,125	3,174	40
0,154	3,912	40
0,175	4,445	32
0,1875	4,762	32
0,250	6,350	26
0,266	6,756	26
0,281	7,137	26
0,3125	7,937	26
0,375	9,525	26
0,5625*	14,287	20
1,000	25,400	26
1,290**	32,766	24
1,370	34,798	24
1,4375*	36,512	24
1,500	38,099	24

\* Для правой и левой нарезки.  
\*\* Только для левой нарезки.

**Сборка.** Сборка велосипеда производится в монтажной мастерской. Правильная организация последней значительно понижает стоимость готовых машин. Прежде монтаж производился от начала до конца одной группой монтеров, к-рым в помощь давалось несколько чернорабочих. На одном крупном германском заводе 80 монтеров и 40 чернорабочих работали над сборкой велосипедов сериями по 20 штук, при чем каждая группа состояла из 4 монтеров и 2 рабочих. Одна группа собирала в среднем около 4 машин в час, и т. о. производительность всей монтажной равнялась 80 велосипедам в час. После рационализации производства монтаж стал производиться по движущейся цепи: в начале сборочной к цепи подвешивалась го-

лая рама, которая проходила 25 последовательных станций; на этих станциях надлежало произвести следующие манипуляции (буквы а и б обозначают, что на данной станции сборка производится одновременно с правой и левой стороны рамы двумя монтерами): 1) вложить в головку рамы запор для руля; 2а) надеть на переднюю вилку нижнюю чашку и, наложив коронку с шариками, вставить вилку; 2б) положить сверху коронку с шариками и привинтить верхнюю чашку; 3) урегулировать и затянуть контргайку; 4) винтить стойку ручного тормоза и вставить колодку; 5) вставить и закрепить руль; 6а и б) собрать окончательно ручной тормоз; 7) прикрепить передний шиток; 8) вставить переднее колесо; 9а и б) урегулировать его и затянуть контргайку; 10а) винтить правую чашку каретки; 10б) вложить ось каретки с двумя конусами и шариками; 11) винтить левую чашку и отрегулировать; 12) затянуть контргайку каретки; 13а) вставить правый кривошип и вложить клин; 13б) вставить левый кривошип и вложить клин; 14а) затянуть прав. клин и винтить педаль; 14б) затянуть левый клин и винтить педаль; 15а и б) прикрепить задний шиток; 16) вставить заднее колесо и наложить цепь; 17) соединить цепь и установить заднее колесо; 18) затянуть гайки заднего колеса и шитка; 19) вставить и закрепить подседельный крюк; 20) вставить и закрепить седло; 21а и б) подвязать сумку; 22) вложить в нее инструменты и масленку; 23, 24 и 25) проверить готовую машину. Продолжительность каждой операции составляет 30 сек., т. е. часовая производительность монтажной—120 велосипедов, при 33 монтерах и 5—17 подсобных рабочих. В сравнении с групповым монтажом производительность одного рабочего увеличилась в 4½ раза. Кроме того поточный монтаж дает возможность значительно уменьшить площадь мастерской: вместо 1 800 м² при новой системе оказалось достаточным 480 м².

В. п. является одним из важных факторов развития металлообрабатывающей индустрии. Точных данных о размерах ее не имеется, т. к. крупные велосипедные фирмы весьма часто занимаются также постройкой швейных машин и мотоциклов и под этими рубриками попадают в статистич. сборники. Некоторое представление о значении В. п. в четырех главнейших производящих странах можно получить сравнением данных о внешней торговле велосипедами и их частями (табл. 13).

Табл. 13.—Экспорт велосипедов (в тыс. руб.).

Годы	Англия	Германия	Франция	С.-А. С.Ш.
1913	16 000	11 100	2 560	1 380
1919	13 650	—	—	6 280
1920	33 780	16 100	5 640	9 220
1921	13 600	—	—	2 990
1922	17 900	23 800	5 630	390
1923	24 450	21 100	7 950	6 500
1924	26 700	18 900	10 600	4 760
1925	32 500	20 900	13 950	5 520

В 1926 году В. п. в Германии дало 980 000 велосипедов, не считая 286 000 рам,

к-рые затем поступили для сборки в мелкие мастерские; из этого числа вывезено за границу около 100 000 машин. Исключительно производством велосипедов и принадлежностей к ним занималось около 550 э-дов, большинство к-рых является, однако, мелкими предприятиями; крупные же заводы vyrabatyvayut одновременно и другие изделия.

*Лит.:* Baudry de Saunier, Histoire générale de vélocipède, P., 1891; Bourlet C., La bicyclette, P., 1899; Sharp, Bicycles a. tricycles, L., 1896; Daul A., Illustrierte Geschichte d. Erfindung des Fahrrades, Dresden, 1906; Hanfland C., Das Motorrad, B., 1925; «Z. d. VDI», 1897, 1898, 1900; «Stahl und Eisen», Dusseldorf, 1897 u. ff.; «Werkstattstechnik», B.; «Nähmaschine u. Fahrrad», Frankfurt a/M.; «Fahrrad- u. Kraftfahrzeug-Zeitung», Berlin; «Schweizerische Fahrrad- und Nähmaschinen-Zeitung», Zürich; «Zentralanzeiger für Fahrradindustrie», Frankfurt a/M.; «L'industrie vélocipédique et automobile», P.; «Der Radmarkt», Bielefeld; «Machinery», New York; «Modern Machinery», New York.

Л. Павлушков.

**ВЕЛОШИНА**, пневматическая, наполненная сжатым воздухом шина для велосипедного колеса. В. служит для смягчения толчков по неровной дороге и дает возможность применения более легких конструкций велосипеда. Существуют два вида В.: 1) однокамерная В., распространенная в Америке, — представляет собой толстостенную резиновую трубку, непосредственно приклеиваемую к ободу, и 2) двойная В., распространенная в Европе, — состоит из тонкостенной трубки и предохранительной покрышки, удерживаемой на ободе резиновыми бортами или проволоочной вставкой. Современная В. весит 750—900 г. В. готовятся для колес диаметром 14—30'' и имеют сечение в  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{3}{4}$ '''. Наиболее ходкими считаются (в дм.): диам. 26 на  $1\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{5}{8}$  и  $1\frac{3}{4}$  и диаметр 28 на  $1\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{5}{8}$  и  $1\frac{3}{4}$ .

Для хорошей работы требуются: хорошая накачка и прочность посадки в бандаже. Накачка для мягкой дороги или тяжелого седока должна быть больше. Выносливости велошины способствуют плавность хода и малое торможение; вредят крутые повороты и раскачка колес на оси. В России до 1910 г. изготовлялись исключительно бортовые шины, но затем завод Треугольник приобрел патент Денлопа и стал готовить также и шины с проволокой. См. *Автомобили*.

*Лит.:* Розенберг С., Шины, Москва, 1926; Pearson H. C., Pneumatic Tyres, N. Y., 1922; Geer W. C., The Reign of Rubber, L., 1923; Pearson H. (bearb. von Dittmar R.), Gummireifen, Wien, 1910; Ferguson's Book of Motor Tyres, London, 1924; Gottlob K., Technologie d. Kautschukwaren, 2 Aufl., Braunschweig, 1925. А. Лисицын.

**ВЕЛЬБОТ**, судовая шлюпка с острым образованием и сильно срезанными дейдвудами, что придает ей легкость на ходу и хорошую поворотливость. Употребляется В. для перевозки личного состава и для спасательных целей; в этом случае в оконечностях В. помещаются воздушн. ящики, к-рые придают ему непотопляемость. Невысокий в середине борт В. значительно повышается в оконечностях, что делает его очень мореходной, не боящейся волны шлюпкой. Снабжается В. распышными веслами и может носить достаточную парусность. Примерные размеры шестивесельного В.: длина—8,5 м, наибольшая ширина—1,8 м, высота от киля—0,8 м. Парусное вооружение — одна мачта с разрезным фоком, площадью 16,8 м<sup>2</sup>, при высоте центра парусности от ватерлинии в 2 м.

Прообразом В. является китоловный вельбот, имеющий по бортам непарное число весел и вместо руля управляемый дополнительными кормовым веслом.

**ВЕЛЬВЕТИН**, ткань класса хлоп.-бумаж. ворсовых тканей (см. *Ворсовые ткани*). В. резко отличается от плиса и хл.-бум. бархата высоким и чрезвычайно густым ворсом, расположенным в совершенно ином направлении, чем во всех других хл.-бум. ворсовых тканях. Грунт ткани бывает гарнитуровый и саржевый. В. vyrabatyvayetsya из пряжи: а) основы—крученого мерино № 40/2 и утка № 32 (обыкновенные сорта) и б) из крученой основы № 70/2 и утка № 50 (высший сорт ткани). Плотность по утку достигает от 600 до 800 нитей на 1 дм. Ворс образуется из уточных перекрестий, к-рые в ткани свободно ложатся на поверхность грунта ткани короткими стежками. Ткани этого рода считаются почти самыми тяжелыми и производятся на тяжелых станках, без застужи, но с сильным грузом, в виду значительной плотности тканей по утку. При производстве В. и подобного рода тканей необходимо отличать три главных операции: 1) выработку самой ткани, 2) воспроизведение ворса подрезанием утка и 3) восстановление ворса.

С. Молчанов.

**ВЕЛЬЦ-ПРОЦЕСС** обнимает совокупность операций по разделению, путем возгонки, металлов и особенно цинка. Исходным материалом являются руды, шлаки и т. д. и конечными продуктами—металлы в чистом виде или в виде окислов. Название процесса происходит от слова wälzen (вращать), характеризующего одну из существенных операций во время ведения процесса—вращение трубчатой печи в целях перемешивания обрабатываемой шихты. Перерабатываемые цинксодержащие материалы с прибавкой известняка и других присадок, а также углеродистого восстановителя (юкса, антрацита или угля) подвергаются в течение двух часов действию высокой  $t^{\circ}$  (1000—1100°) во вращающейся цилиндрич. печи длиной 30 м и диаметром 2 м. Потребный для ведения процесса воздух подводится через разгрузочное отверстие печи и просасывается через печь в обратном движению шихты направлении. При этом газы, увлекающие с собой ZnO, поступают по газопроводу в приборы для улавливания пыли: в бегхоус или аппарат Котреля. За очистителем обычно стоит крыльчатый вентилятор, который в рассматриваемой системе вызывает поступательное движение газов. В начале печи имеется вспомогательная топка, из к-рой пламя вместе с продуктами реакции непосредственно входит в печное пространство. Загрузка шихты производится в верхней точке печи. Шихта сушится, т. о., при помощи отходящих газов и подогревается до 1000°. Температура отработанных газов в среднем 300—600°, а в главной зоне печи 1200°. В состав отработанных газов входят: 0—1% O<sub>2</sub>, 0—2% CO, 18—28% CO<sub>2</sub> (зависит от карбонатов шихты). Осаждающаяся в камере первая окись и образующаяся в первой печи шлаковая пыль поступают в оборот или могут быть собраны и переработаны отдельно в малой вращающейся печи

длиной 16 м и diam. 1,2 м, в к-рой происходит разделение окиси цинка и окиси свинца. Окись свинца переходит вместе с газами во второй аппарат Котреля, где и осаждается. Окись же цинка выгребают из концевой части печи. Процесс протекает в две стадии: 1) процесс восстановления в массе и 2) окисление восстановительных газов и паров металлов поверх шихты в пространстве печи. Во время процесса, по мере уменьшения содержания цинка в шихте, пламя становится меньше и в конце процесса имеет цвет слабо желтый. Стоимость обработки в сутки 40 т цинково-свинцовых отбросов составляет 548 золотых марок. Извлечение цинка в виде окиси—до 93%, а свинца—до 90%. В печных шлаках остается от 0,13 до 0,5% цинка и около 0,5% свинца.

Лит.: Труды II Всесоюзного совещ. по цветным металлам, т. 1, стр. 174, М.—Л., 1927; «Metall und Erz», Halle, 1917, Heft 11. В. Ванюков.

**ВЕНЕЦЕЙСКАЯ ЯРЬ-МЕДЯНКА**, средняя уксуснокислая медь с двумя молекулами кристаллиз. воды  $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  получается обработкой голубой медянки (основной уксусномедной соли) крепкой уксусной к-той или взаимодействием медного купороса и уксуснокислой соли такого металла, который дает с серной к-той нерастворимую соль. Темные сине-зеленые кристаллы В. я.-м. на воздухе слегка выветриваются. В. я.-м. растворяется в холодной и горячей воде. Краска часто фальсифицируется подмесью тяжелого шпата, гипса или глины; все эти примеси, как и примесь солей железа, легко распознаются по нерастворим. остатку в водном аммиаке, в к-ром В. я.-м. растворяется полностью. Главное применение В. я.-м.—для окраски железных крыш. Для этого нек-рое количество тертой венецейской ярь-медянки прибавляют к тертым свинцовым белилам; вначале бирюзовый цвет переходит затем в зеленый и таким остается. Олифная пленка с медяной настолько прочна, что не изменяется в течение многих лет.

Лит.: Михайлов С. Н., Производство минеральных и земляных красок, П., 1915.

**ВЕНЕЦАНСКИЙ ТЕРПЕНТИН**, живица лиственницы *Larix decidua* Mill. (в Тирольских Альпах); добывается из ствола дерева, в к-ром весной пробуривают отверстия глубиной в 2—4 см и затыкают деревянной пробкой; осенью собирают накопившуюся за лето живицу (2—4 кг с дерева). В. т.—светлая, слабо флуоресцирующая жидкость, горького вкуса, уд. веса 1,08—1,185; засыхая, обращается в прозрачную бесцветную пленку; в отличие от других сортов, растворяется в 3 вес. частях 80%-ного спирта. В. т. относится к лучшим сортам терпентина, применяется при изготовлении лаков, в керамике—как цемент, в медицине—при изготовлении пластырей. В СССР может получаться В. т. высокого качества из *Larix sibirica* Ldb. и *Larix dahurica* Turcz.

**ВЕНСКАЯ БЕЛАЯ**, углекислый кальций, приготовляемый из едкой извести; в своем составе кроме углекисл. кальция содержит часть неизменной едкой извести. В. б. применяется как волная и клеевая краска.

**ВЕНСКАЯ ИЗВЕСТЬ**, негашеная известь, нежный белый порошок, получающийся из

тонко размолотого свежеебоженного известняка. В. и. употребляется для чистки металлов, главным образом чугуна, меди и латуни, и при никелировании. На воздухе она быстро желтеет (вследствие соединения с влагой и углекислотой воздуха), поэтому требует хранения в жестяных, плотно закрытых коробках. Для употребления нужное количество В. и. растирают со спиртом и *вазелиновым маслом* (см.).

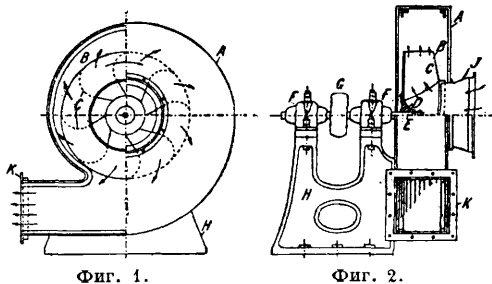
**ВЕНТИЛЬ**, запорное приспособление, служащее для запора потока жидкости, пара или газа в трубопроводах, аппаратах и т. п. Вентили делаются из стали, чугуна или бронзы и снабжаются фланцами или резьбовыми гайками для присоединения к трубам. См. *Клапаны*.

**ВЕНТИЛЯТОРЫ**, машины, создающие некоторую незначительную разность давлений, необходимую для придания скорости и для преодоления сопротивлений перемещению воздуха, газов или смеси их с материальными частицами по трубам и каналам или же непосредственно из одного пространства в другое с одинаковыми давлениями в обоих пространствах. Создаваемая В. разность давлений (разрежение или избыток давления), называемая в дальнейшем давлением, обычно измеряется в мм водяного столба или в м воздушного столба. Современные В. строятся для давлений от 4 до 1500 мм вод. ст. и даже до 3500 мм и выше. В. бывают: центробежные, винтовые, цилиндрические. Кроме В. для тех же целей применяются поршневые *воздуходувные машины* (см.) и паро-, водо- и воздушоструйные аппараты. В. применяются: 1) для обновления воздуха (см. *Вентиляция*), путем отсасывания загрязненного, испорченного и нагнетания свежего (чистого) воздуха, в жилых помещениях, конторах, театрах, фабрично-заводских и промышленных предприятиях, 2) для удаления вредностей, получаемых при производстве (газов, паров, пыли, опилок, очесов и т. п.), 3) для транспортирования материалов (сружки древесной, шерсти, волоса, льна, угля, зерна и т. п.), 4) для искусственной тяги в паровых котлах (дымососы), 5) для вагранок, металлургич. печей, кузнечных горнов и т. п., 6) для проветривания рудников, 7) для создания потока воздуха в аэродинамических трубах, и для других целей.

**Центробежные В.** Центробежные В. обычно состоят из железного клепаного или литого кожуха, имеющего форму спирали и заключающего в себе т. н. лопастное колесо, к-рое приводится во вращение какой-либо внешней силой. Главные части центробежного В. (фиг. 1 и 2) следующие: А—железный клепаный кожух; В—лопастное колесо с прикрепленными лопатками С; D—ступица колеса, E—вал его, расположенный в подшипниках F с кольцевой смазкой (в быстходных В. ставятся шариковые или роликовые подшипники). У В., которые приводятся в движение от двигателя посредством ремня, между подшипниками на валу или на конце последнего посажен рабочий шкив G, при чем для наиболее удобного включения и выключения В. в работу рядом с рабочим шкивом насаживается холостой.



В ряде конструкций вал двигателя связывается непосредственно с валом вентилятора при помощи эластичных муфт. Подшипники монтируются на основательных стойках *H*,



Фиг. 1.

Фиг. 2.

клепанных из фасонного железа или литых. Для входа воздуха в *B*. или для присоединения к нему всасывающего трубопровода на кожух устанавливается всасывающий патрубок *J*; в месте выхода воздуха на кожух устанавливается фланец *K*, к которому присоединяется также и нагнетательный трубопровод.

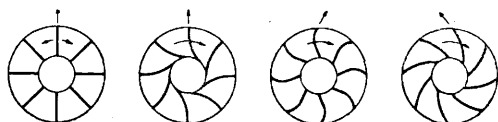
При вращении лопастного колеса частицы воздуха, находившиеся в каналах лопаток колеса в состоянии покоя, увлекаемые последними, приходят в движение и под влиянием центробежной силы вылетают из колеса в кожух и далее через выдувное отверстие выбрасываются наружу; взамен их в колесо вступают новые частицы, которые совершают тот же процесс. Этот процесс создает внутри колеса и кожуха вакуум, вызывающий приток воздуха снаружи через всасывающее отверстие *J*, где и устанавливается определенное разрежение (недостаток давления по отношению к атмосферному давлению), а у выдувного отверстия *K*—избыток давления. Засасываемый центробежным вентилятором воздух входит в колесо через всасывающее отверстие в осевом направлении, а выходит на окружности колеса, проходя через каналы, в радиальном или близком к радиальному направлении.

При движении воздуха по присоединенной к *B*. системе труб и аппаратов возникают сопротивления, вызываемые трением в трубах, «местными сопротивлениями» (задвижками, шиберами, отводами, коленами, фильтрами и проч.), вихреобразованиями и т. п. Та часть  $h_s$  создаваемого *B*. давления, к-рая идет на преодоление сопротивлений, называется статич. давлением; часть  $h_d$  давления, идущая на сообщение воздуху скорости, называется динамич. давлением; сумма обеих  $h_g$  называется общим, или суммарным, давлением. Ур-ие  $h_g = h_s + h_d$  является основным в вентиляторостроении. Скоростной напор зависит от скорости воздуха (газа), определяющей из колич. протекающего воздуха и сечения трубопровода или канала. Если перемещается количество воздуха  $V$  м<sup>3</sup>/сек со скоростью  $v$  м/сек, то, при сечении трубопровода в  $F$  м<sup>2</sup>, имеем:  $v = \frac{V}{F}$  м/сек и  $h_d = \frac{v^2}{2g}$  γ мм вод. столба, где  $\gamma$ —уд. вес воздуха в кг/м<sup>3</sup>,  $g=9,81$  м/сек<sup>2</sup>. Основное уравнение примет вид:

$$h_g = h_s + \frac{v^2}{2g} \gamma \text{ мм вод. ст.}$$

Формула для скоростного напора дает достаточно точные для практики результаты, так как ошибка < 1% при скоростях до 60 м/сек; в вентиляторных же установках скорости значительно ниже.

Главной деталью *B*. является лопастное колесо. Большую роль в его конструкции играет форма и расположение лопаток (велич. углов лопатки), к-рые можно подразделить на три типа: 1) лопатки, выходящие радиально (фиг. 3 и 4), 2) загнутые вперед (фиг. 5), 3) загнутые назад (фиг. 6). Воздух, поступая в осевом направлении во всасывающее отверстие *B*., на дальнейшем своем пути постепенно изменяет направление, отклоняясь на 90°, пока не войдет в каналы лопаток (фиг. 2). Главными факторами в расчете лопастного колеса являются абсолютные скорости  $c$  входа и выхода воздуха. Эти скорости должны рассматриваться



Фиг. 3.

Фиг. 4.

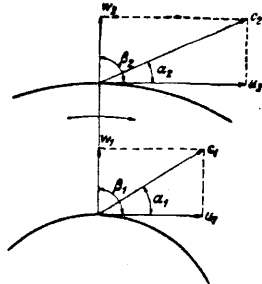
Фиг. 5.

Фиг. 6.

как результирующие относительных скоростей  $w$  входа и выхода и окружных скоростей  $u$ , существующих на внутренней и наружной окружностях колеса. На фиг. 7 графически изображены скорости воздуха в радиальных лопатках. Если  $c$ ,  $w$  и  $u$  выражены в м/сек,  $\alpha$ —угол между  $c$  и  $u$ ,  $\beta$ —угол между  $w$  и  $u$ , то в общем случае

$$\begin{aligned} c^2 &= w^2 + u^2 - 2wu \cos(180^\circ - \beta); \\ w^2 &= c^2 + u^2 - 2cu \cos \alpha; \\ \cos \alpha &= \frac{u^2 + c^2 - w^2}{2cu}. \end{aligned}$$

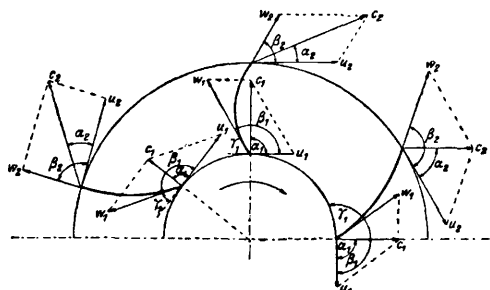
Теоретическое суммарное давление, создаваемое колесом вентилятора, составляется из давлений, образуемых суммой разности скоростей воздуха и разности окружных скоростей. Обозначим через  $c_1$ ,  $w_1$  и  $u_1$  скорости у входа в каналы лопаток и на внутренней окружности колеса, через  $c_2$ ,  $w_2$  и  $u_2$ —соответственно скорости у выхода и на внешней окружности, через  $\alpha_1$  и  $\beta_1$ —углы лопаток у входа и через  $\alpha_2$  и  $\beta_2$ —у выхода. Если положить, что каналы лопаток расширяются по направлению к наружной окружности колеса, то относительная скорость уменьшается на  $w_1 - w_2$ ; окружная скорость возрастает на  $u_2 - u_1$ ; результирующая абсолютная скорость возрастает на  $c_2 - c_1$ . Теоретическое суммарное давление, создаваемое колесом, выразится аналогично



Фиг. 7.

$$\begin{aligned} h &= \frac{v^2}{2g} \gamma \text{ мм вод. ст.} = \frac{v^2}{2g} \text{ м вод. ст.} \text{ через} \\ H &= \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} \text{ м вод. ст.} \end{aligned}$$

Сумма разностей квадратов окружных и относительных скоростей создает статическое давление, в то время как  $\frac{c_1^2 - c_2^2}{2g}$  представляет динамическое давление. В действительности В. не дает давления, равного теоретическому, вследствие появляющихся потерь от ударов при движении воздуха по каналам лопаток.



Фиг. 8.

Отношение действительно созданного давления к теоретическому называется манометрическим КПД  $\mu$ , который не следует смешивать с механическим КПД  $\eta$ , обозначающим отношение полезно отданной работы В. к затраченной. Если  $h_g$  — действительно созданное суммарное давление, то  $\frac{h_g}{H} = \mu$ ; отсюда:

$$h_g = H \cdot \mu \text{ м вод. ст.} = H \cdot \mu \cdot \gamma \text{ мм вод. ст.}$$

В зависимости от формы лопаток манометрический КПД  $\mu$  для больших В. имеет следующие средние значения: для лопаток, загнутых вперед—77%, для прямых—65%, для загнутых назад—55%. Для небольших В. эти значения очень понижаются. Потери от удара, достигая больших размеров, сильно снижают манометрический КПД  $\mu$ , особенно при резких изменениях направления потока воздуха при вступлении его в колесо; наименьшие потери получаются при радиальном направлении струй воздуха у входа в каналы лопаток; поэтому угол  $\alpha_1$  б. ч. выбирается так, чтобы абсолютная скорость  $c_1$  входа потока в лопатки имела радиальное направление. Такое направление потока обуславливает выбор  $w_1 > u_1$  соответственно  $c_1$ . При радиальном направлении  $c_1$  (Фиг. 8)

$$w_1^2 = c_1^2 + u_1^2; \text{ тогда } H = \frac{u_1^2 + c_1^2 - u_2^2}{2g},$$

или, подставляя

$$c_2^2 = w_2^2 + u_2^2 - 2w_2u_2 \cos(180^\circ - \beta_2) = w_2^2 + u_2^2 + 2w_2u_2 \cos \beta_2,$$

получим:

$$H = \frac{u_1^2 + w_2 u_2 \cos \beta_2}{g},$$

и действительно суммарное давление (в мм водяного ст.) будет: для лопаток, имеющих радиальный выход  $h_g = \frac{u_1^2}{g} \cdot \gamma \cdot \mu$ ; для лопаток, отогнутых по направлению вращения колеса,

$$h_g = \frac{u_1^2 + u_2 w_2 \cos \beta_2}{g} \cdot \gamma \cdot \mu;$$

для лопаток, отогнутых назад,

$$h_g = \frac{u_1^2 - u_2 w_2 \cos \beta_2}{g} \cdot \gamma \cdot \mu.$$

Ясно, что для 2-го случая

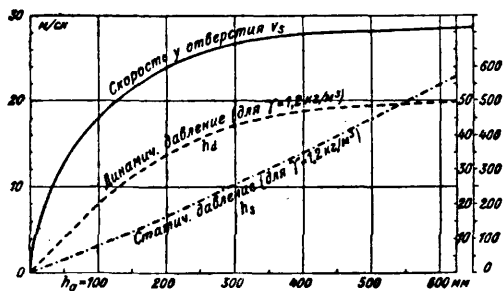
$$h_g > \frac{u_1^2}{g} \cdot \gamma \cdot \mu,$$

а для 3-го случая

$$h_g < \frac{u_1^2}{g} \cdot \gamma \cdot \mu,$$

т. е. при одной и той же окружной скорости во 2-м случае создается наибольшее суммарное давление, а в 3-м случае—наименьшее. Практика дает хорошие результаты при выборе  $\beta_2 = 135^\circ$  для лопаток, отогнутых назад, и  $\beta_2 = 45^\circ$  для лопаток, отогнутых вперед. Внутренний угол лопаток определяется из выражения  $\tan \gamma_1 = \frac{c_1}{u_1}$ , где  $\gamma_1 = 180^\circ - \beta_1$ ; этот угол целесообразно выбирать в  $110-140^\circ$ .

Скорости воздуха в каналах лопаток колеса находятся в зависимости от скорости входа  $c_1$  в лопаточное колесо. В большинстве случаев скорость  $c_1$  принимается равной скорости  $v_s$  во всасывающем отверстии В., так как на сравнительно коротком пути от всасывающего отверстия до входа в каналы лопаток едва ли может измениться величина скорости. Функциональная зависимость  $v_s$  от суммарного давления  $h_g$  была дана Пельцером и помещена в Hütte в виде цифровой табл. для давлений до  $h_g = 350$  мм водяного столба (для этого последнего давления  $v_s = 27,8$  м/сек). С возрастанием скорости, а вместе с нею и скоростного напора доля статич. давления в суммарном уменьшается; вместе с этим уменьшается и полезная отдача работы В.; малые же скорости влекут за собой больших размеров В. Практика диктует



Фиг. 9.

пределы для выбора максимальных скоростей, а именно  $v_s = 28-30$  м/сек. На Фиг. 9 показаны кривые изменения величин  $v_s$ ,  $h_d$  и  $h_s$  как функций  $h_g$ .

Внутренний диаметр  $D_1$  колеса целесообразно принимать равным диаметру всасывающего отверстия. Принятые практической размерами диаметров всасывающих отверстий можно считать: 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300 мм и т. д., с возрастанием на 50 мм до диаметра 600—700 мм и на 100 мм для больших диаметров. Наружный диаметр  $D_2$  составляет: при  $h_g$  не выше 100 мм водяного столба  $1,25-1,5 D_1$ ; при  $h_g$  от 100 до 200 мм —  $1,5-1,75 D_1$ , при  $h_g$  свыше 200 мм —  $1,75-2 D_1$ .

Окружная скорость

$$u_1 = \frac{D_1 \cdot \pi \cdot n}{60};$$

относительная скорость

$$w_1 = \sqrt{c_1^2 + u_1^2} = \frac{u_1}{\cos \gamma_1};$$

где  $\gamma_1 = 180^\circ - \beta_1$ . Абсолютная скорость  $c_2$ : 1) для лопаток, радиально выходящих:

$$c_2 = \sqrt{w_2^2 + u_2^2};$$

2) для лопаток, загнутых вперед:

$$c_2 = \sqrt{w_2^2 + u_2^2 + 2w_2u_2 \cos \beta_2},$$

3) для лопаток, загнутых назад:

$$c_2 = \sqrt{w_2^2 + u_2^2 - 2w_2u_2 \cos \beta_2}.$$

Окружная скорость  $u_2$ : 1) для лопаток, радиально выходящих:

$$u_2 = \sqrt{\frac{hg}{\gamma\mu}};$$

2) для лопаток, загнутых вперед:

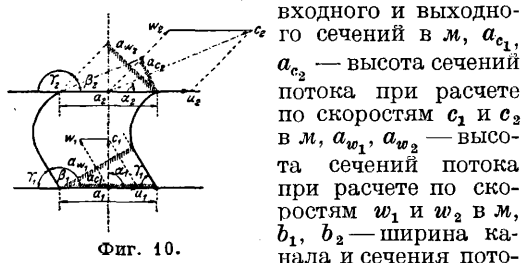
$$u_2 = \sqrt{\left(\frac{w_2 \cos \beta_2}{2}\right)^2 + \frac{hg}{\gamma\mu} - \frac{w_2 \cos \beta_2}{2}};$$

3) для лопаток, загнутых назад:

$$u_2 = \sqrt{\left(\frac{w_2 \cos \beta_2}{2}\right)^2 + \frac{hg}{\gamma\mu} + \frac{w_2 \cos \beta_2}{2}}.$$

Относительная скорость находится из соотношения:  $w_2 = 1,0 w_1 - 1,5 w_1$ ; очень часто принимается:  $\frac{w_1}{w_2} = \frac{D_1}{D_2}$ . Число лопаток  $Z$  определяется из выражения:  $Z = \frac{D_1 \pi}{x}$ . Каргает следующие значения для  $x$ : для малых вентиляторов — 70 — 90 мм, для средних — 100 — 130 мм и для больших — 130 — 150 мм.

У В. высокого давления, у к-рых получают большие промежутки между лопатками, устанавливают вспомогательные лопатки, которые не доводятся до внутреннего отверстия колеса. В зависимости от скоростей входа и выхода и объема перемещаемого воздуха  $V$  определяется сечение каналов по формуле  $F = \frac{V}{v}$ . Из фиг. 10



Фиг. 10.

ка у входа и выхода (ширина колеса),  $F_{c_1}$ ,  $F_{c_2}$ ,  $F_{w_1}$ ,  $F_{w_2}$  — эквивалентные сечения потока в  $m^2$ , отнесенные к скоростям  $c_1$ ,  $c_2$  или  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $d_{экс.1}$ ,  $d_{экс.2}$  — эквивалентные диаметры в  $m$ , соответствующие сечениям потока,  $D_1$ ,  $D_2$  — внутренний и наружный диаметры колеса в  $m$ ,  $Z$  — число каналов лопаток. Сечение канала  $F = \frac{V}{Zv}$ ; для сечения канала

у выхода при расчете по  $c_2$  имеем:  $F_{c_2} = \frac{V}{Zc_2}$ . Рассматривая  $F_{c_2}$  как эквивалентное круглое сечение, можно написать равенство:

$$F_{c_2} = \frac{d_{экс.2}^2 \cdot \pi}{4},$$

где

$$d_{экс.2} = \frac{2a_{c_2} \cdot b_2}{a_{c_2} + b_2},$$

и ширина колеса (канала) будет:

$$b_2 = \frac{a_{c_2} \cdot d_{экс.2}}{2a_{c_2} - d_{экс.2}};$$

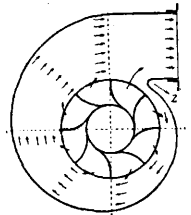
при этом

$$a_{c_2} = a_2 \sin \alpha_2; a_1 = \frac{D_2 \pi}{Z};$$

$$a_{c_2} = \frac{D_2 \pi}{Z} \sin \alpha_2 \text{ и } d_{экс.2} = \sqrt{\frac{4V}{Z \cdot c_2 \cdot \pi}}.$$

Так же определяются ширина сечения у входа в канал по  $c_1$  и ширина канала у входа и выхода по  $w_1$  и  $w_2$ .

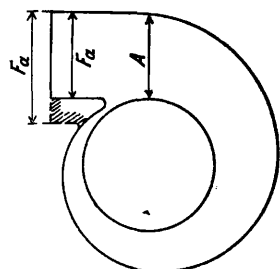
В старых конструкциях кожух непосредственно прилегал к лопастиному колесу. Современные центробежные В. имеют кожуха с постепенно расширяющимся выходным пространством, так что в нем скорость воздуха по мере приближения к выдувному отверстию постепенно падает, и потому часть скоростного напора (высокого, благодаря большим скоростям выхода воздуха из лопаток) превращается в статическ. давление; другими словами, часть кинетическ. энергии переходит в потенциальную. Начиная с самого узкого места кожуха, к-рое находится у т. н. язычка  $z$  (фиг. 11), сечение кожуха в том месте, куда переходит воздух из каналов лопаток, должно постепенно увеличиваться соответственно увеличению количества воздуха, выходящего из каждого последующего канала, до размеров сечения, через которое должен пройти воздух, выброшенный всеми каналами за один оборот колеса. Кожух строится в виде «архимедовой спирали».



Фиг. 11.

В центробежных В. (гл. обр. высокого давления) лопастиное колесо полностью обхватывается спиралью кожуха, расстояние от высшей точки колеса до высшей точки спирали равно высоте выдувного отверстия В.; в В. среднего и низкого давления колесо не полностью обхватено спиралью кожуха, и высшая точка колеса лежит выше нижней линии выдувного отверстия. В этом случае сечение А (фиг. 12), проходящее через высшую точку колеса и высшую точку спирали, все же должно находиться в определенной зависимости от сечения выдувного отверстия  $F_A$ ; например, если колесо одето спирально на 80%, то сечение А будет равно  $0,8F_A$ , так как через него пройдет столько воздуха, сколько его выбросит колесо до этого сечения. У В. высокого давления, где колесо полностью обхватывается спиралью кожуха, сечение А должно быть  $= F_A$ . Скорость воздуха в выдувном отверстии должна

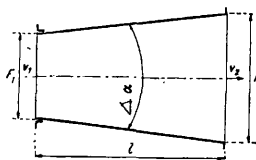
поддерживаться согласно соотношению:  $v_a \leq v_s$ , так как в противном случае произойдет нецелесообразное снижение статич. давления.



Фиг. 12.

Карг рекомендует следующие соотношения при выборе ширины кожуха: для В. низкого и среднего давления  $B = D_2 : 2$ ; для В. барабан. (типа Сирокко)  $B = D_0 : 1,3$ ; для В. высокого давления  $B = D_a$ , где  $D_2$ —диаметр наружной окружности колеса,  $D_0$ —диаметр всасывающего отверстия и  $D_a$ —диаметр выдувного отверстия.

Чтобы избежать потерь в просветах, т. е. повторного протекания части перемещаемого воздуха через просвет между язычком и колесом, необходимо язычок подводить по возможности ближе к колесу, но это допустимо лишь до известных пределов во избежание появления воющих шумов. Практика дает след. зависимость:  $z \cong 0,05 - 0,07 D_2$ . Д и ф ф у з о р представляет собой конический патрубок (фиг. 13), в к-ром происходит постепенное падение скорости потока по мере приближения его к выходу (к большому отверстию диффузора), вместе с чем падает и скоростной напор (динамич. давление), и освобожденная т. о. часть динамич. давле-



Фиг. 13.

ния м. б. использована как статич. давление, хотя и не в полной мере, так как часть его расходуется на вихри и трение. Диффузоры применяются не только у В. с кожухами без расширяющегося выходного пространства, но и во всех тех случаях, когда необходимо часть скоростного напора путем снижения больших скоростей превратить в статическое давление. Обозначим через  $F_1$ —сечение диффузора у входа (в  $m^2$ ),  $F_2$ —у выхода,  $v_1$ —скорость воздуха у входа в  $m/сек$ ,  $v_2$ —у выхода,  $h_{d_1}$ —динамич. давление в  $F_1$  в  $мм вод. ст.$ ,  $h_{d_2}$ —в  $F_2$ ,  $h'$ —прирост статическ. давления в  $мм вод. ст.$  Теоретич. прирост статич. давления выразится так:

$$h'_{теор.} = h_{d_1} - h_{d_2},$$

или

$$h'_{теор.} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} \gamma.$$

Принимая же во внимание кпд диффузора  $\eta_{дифф.}$ , зависящий от угла  $\alpha$  и, по Билло, выражающийся формулой:

$$\eta_{дифф.} = 1 - \frac{\left(\frac{F_2}{F_1} - 1\right) \sin \alpha}{\frac{F_2}{F_1} + 1},$$

действительный прирост статич. давления выразится так:  $h'_s = \eta_{дифф.} \cdot h'_{теор.}$ . Длина диффузора определяется из ур-ния:

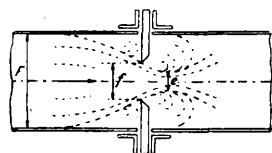
$$L = \frac{D_2 - D_1}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}.$$

где  $D_1$ —диаметр в сечении  $F_1$ ,  $D_2$ —диаметр в сечении  $F_2$ ,  $\alpha$ —угол раскрытия диффузора. Кпд диффузора приведены в табл. 1.

Табл. 1.—Кпд диффузора

$\frac{F_2}{F_1}$	2	3	4	5	6
Углы					
10°	0,94	0,91	0,89	0,88	0,87
15°	0,91	0,87	0,82	0,82	0,81
20°	0,88	0,82	0,78	0,76	0,74
25°	0,84	0,77	0,72	0,69	0,67

Круглая форма трубы наиболее отвечает форме потока; если поток заключен в канал или трубу квадратного или прямоугольного сечения, он заполняет сечение не полностью, и происходит образование мертвых углов. Так. образом через трубопровод квадратного сечения со стороны  $a$  пройдет только то количество, которое пропустит круглое отверстие с диаметром круга, вписанного в квадрат,  $d_{экс.} = a$ . Диаметр круглого отверстия, соответствующего данному прямоугольному, называется эквивалентным и определяется из выражения:



Фиг. 14.

$$d_{экс.} = \frac{2ab}{a+b}, \text{ откуда } a = \frac{b \cdot d_{экс.}}{2b - d_{экс.}},$$

где  $a$  и  $b$ —стороны прямоугольного сечения в  $м$ . В случаях прямоугольных сечений труб и каналов для определения скоростей и протекающих количеств надлежит всегда принимать в расчет соответствующее эквивалентное круглое сечение  $d_{экс.}^2 \cdot \frac{\pi}{4}$ .

Для наглядного представления пределов производительности В. при различных числах оборотов и сопротивлений и для составления характеристик В. в рудничном деле уже давно введено понятие об эквивалентном отверстии (франц. горным инж. D. Murgue, в 1873 г.). Под этим понимается отверстие в тонкой железной стенке, обращенное заостренным краем против потока и создающее то же сопротивление потоку, какое создал бы соответствующий трубопровод, присоединенный к В., пропускающая те же количества воздуха под теми же давлениями. При помощи этих отверстий можно создавать все необходимые в практике величины сопротивления, не прибегая к громоздким и сравнительно дорогим трубопроводам. При изменении эквивалентного отверстия (сопротивления) изменяется также немедленно и перемещаемое количество воздуха при неизменном числе оборотов вентилятора. Протекающее количество воздуха  $V$  через сечение  $f$  под давлением  $h$ , создаваемым вентилятором, теоретически выражается так:

$$V_{теор.} = f \sqrt{\frac{2gh}{\gamma}}.$$

В действительности, протекающее количество меньше, так как струя претерпевает сужение  $e$  (фиг. 14), и  $V_{теор.}$  требует

поправки, путем введения коэффициента истечения  $k$ , зависящего от отношения  $\frac{f}{F}$ ; тогда

$$V_{действ.} = k \cdot f \sqrt{\frac{2gh}{\gamma}}$$

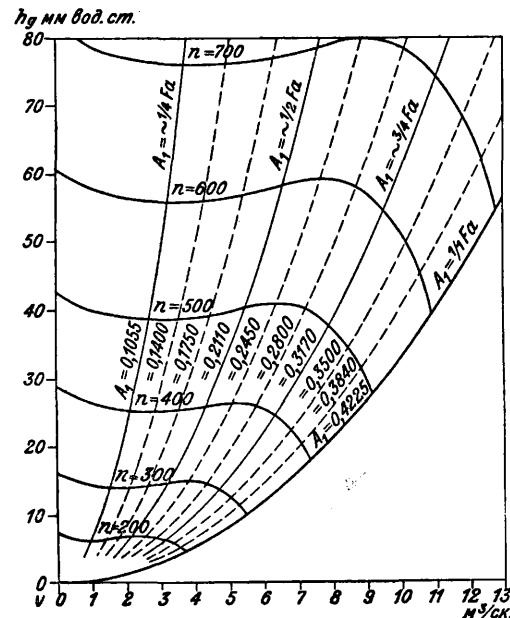
Вводя вместо  $f$  значение  $A$ , представляющее эквивалентное отверстие, получим:

$$A = \frac{V}{k} \sqrt{\frac{\gamma}{2gh}}$$

По Мюргу, для рудничных В.  $k=0,65$ . В Правилах испытания В. (Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren u. Kompressoren), выработанных Союзом германских инженеров,  $k$  принято равным 1 и  $A_1 = V \sqrt{\frac{\gamma}{2gh}}$ . Эта величина  $k$  соответствует протеканию через скругленный насадок.  $A_1$  изменяется от 0 до полного открытия отверстия, т. е. от 0 до  $F_a$ , где  $F_a$ —сечение выдувного отверстия В.

На основе приведенной выше зависимости, устанавливая искусственные сопротивления (стенки с различными отверстиями, представляющие собою доли полного сечения выдувного отверстия  $F_a$ ) и заставляя В. работать на каждое открытие при различных числах оборотов В., измеряют протекающие количества и давления и получают т. обр.

характеристику данного В. (фиг. 15). Для определения расхода, мощности и полезной производительности В. строятся еще кривые кпд В. (фиг. 16) как функции эквивалентных отверстий  $A_1$  для каждого числа

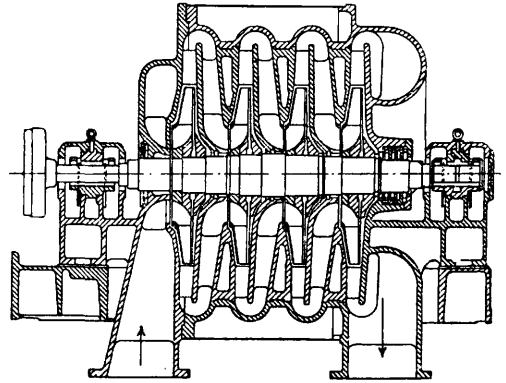


Фиг. 15.

оборотов. Каждый В. может дать максимальный кпд только при вполне определенном числе оборотов и определенном отвер-

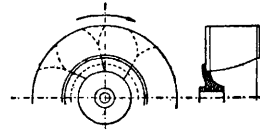
стии (сопротивлении), создавая определенное давление и перемещая определенное количество воздуха.

Расход силы В. определяется из ур-ия  $N = \frac{Vh}{75\eta}$  НР, где  $V$ —перемещаемое количество воздуха в  $м^3/сек$ ,  $h$ —суммарное давление В. в мм вод. столба,  $\eta$ —кпд В. (равный 0,4—0,6, иногда доходящий до 0,75).

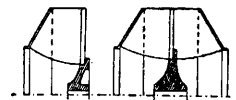


Фиг. 17.

Испытания В. показывают, что, при неизменяющемся эквивалентном отверстии  $A_1$  (сопротивлении) или неизменном присоединенном трубопроводе, существует пропорциональность между давлением  $h$ , перемещаемым количеством воздуха  $V$ , расходом силы и числом оборотов  $n$ : 1) количество перемещаемого воздуха пропорционально числу оборотов лопастного колеса,



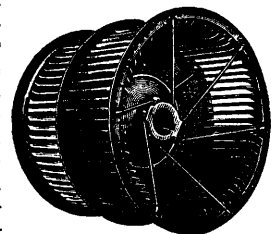
Фиг. 18.



Фиг. 19.

2) суммарное давление пропорционально квадрату числа оборотов, 3) мощность В. пропорциональна кубу числа оборотов:

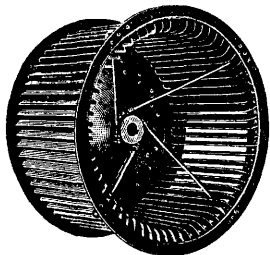
Расчет деталей центробежных В. на прочность и износ вообще ничем не отличается от расчета соответствующих деталей любой машины и производится общепринятыми способами; в частности, при расчете валов надлежит учитывать появление критического числа оборотов у В. высокого давления, т. к. эти В. имеют большие числа оборотов. Неравномер. распределение массы лопастного колеса относительно вала как



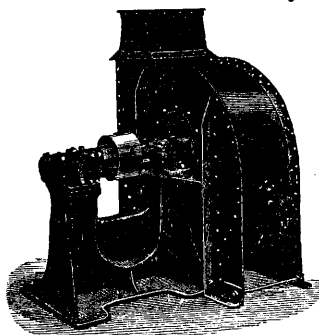
Фиг. 20.

оси вращения является причиной возникновения «свободных» центробежных сил, вызывающих сотрясения при работе В., в результате чего могут происходить серьезные повреждения его частей. Для устранения неравномерности надлежит производить выверку и балансировку колес на заводе.

По величине создаваемого давления В. делятся на: В. низкого давления (6—100 мм водян. столба), среднего (100—200 мм), высокого (200—500 мм) и выше. Центробежные В. строятся одно-, дву- и многоступенчатыми, последние — высокого давления. При расчете вентиляторов высокого давления надо учитывать изменение удельного веса воздуха (газа). На фиг. 17 изображен 4-ступенчат. турбовентилятор завода Oerlikon производительностью в  $170 \text{ м}^3$  в мин.,  $h_g = 3600 \text{ мм}$  вод. ст.



Фиг. 21.

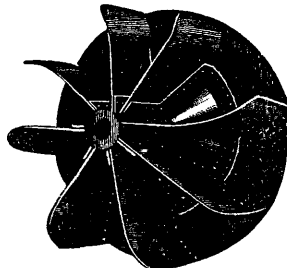


Фиг. 22.

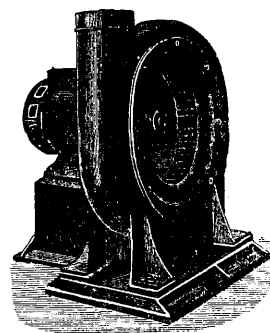
В зависимости от назначения В. работают на нагнетание или всасывание; в последнем случае они называются также эксгаустерами (конструктивн. различий нет). Вентиляторы одноступенчатые строятся с одно- и двусторонним всасыванием. Параллельн. соединение 2 или нескольк. В. применяется в случаях, когда необходимо перемещать большие количества воздуха; при этом все В. работают на одно и то же пространство при одном и том же давлении. Последовательное соединение В. применяется в тех случаях, когда необходимо повысить создаваемое одним В. давление: если первый В. подает второй воздух при давлении  $h$ , то второй В. повышает это давление до  $2h$  и т. д., при  $n$  колесах давление последнего вентилятора будет  $nh$ ; в то же время количество перемещаемого воздуха для всех В. будет одно и то же.

Конструкция основных элементов центробежного В. (лопастного колеса, лопаток и кожуха), равно как и выбор материала для них, определяется назначением В.: напр., если отсасывается грубая пыль, то лопатки таких В. должны иметь соединительных колец; в вентиляторах, предназначенных для перемещения крупных частиц (кусков), колесо и кожух делаются из стали. Если вентилятор отсасы-

вает пары кислот, то для него берут кислотоупорный материал или же внутренние части вентилятора покрывают кислотоупорным лаком. Для наилучш. перемешивания отдельных струй сепные каналы лопаток уменьшают по направлению к наружной окружности колеса (фиг. 18); этого можно достигнуть также установкой вспомогательных лопаток (фиг. 19). Для уменьшения потерь на трение и вихреобразование уголки, которые связывают клапаны кожуха, ставят снаружи.

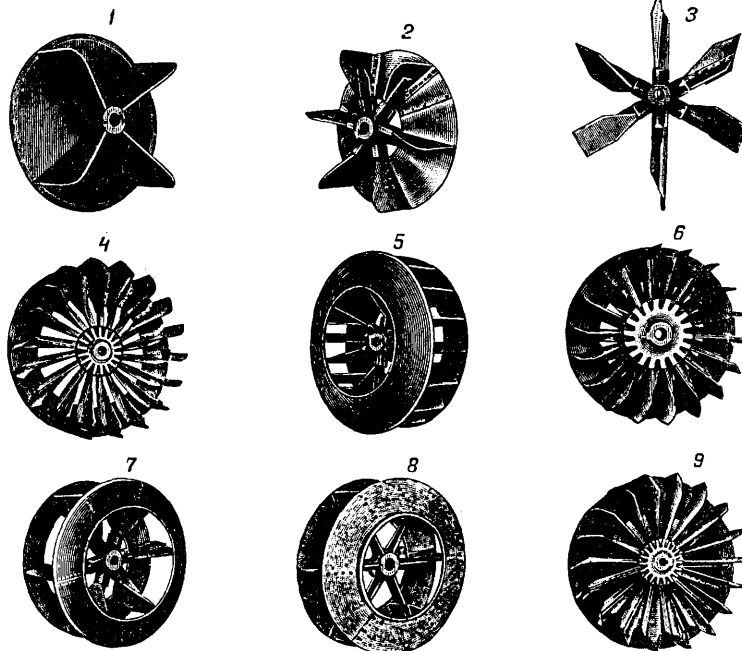


Фиг. 23.



Фиг. 24.

На фиг. 20 представлено колесо В. Сирокко с двойным входным отверстием; на фиг. 21 — с одним входным отверстием; на фиг. 22 и 23 — нормальные пылевые В. Сирокко; на фиг. 24 — В. Сирокко высокого давления, для горнов. На фиг. 25 приведены лопастные колеса центробежных В. Стюртевант: 1 — чугушное или бронзовое колесо для хлопка или шерсти; 2 — колесо из стальных пластинок

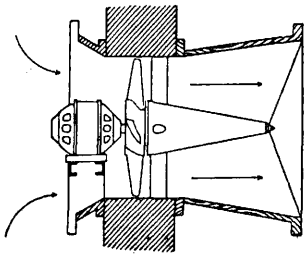


Фиг. 25.

для хлопка или шерсти; 3 и 4 — для длинных стружек; 5 и 6 — колеса для небольших

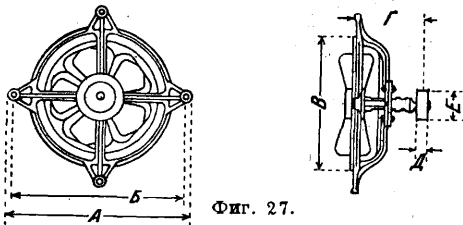
скоростей; 7—колесо с многочисленными лопастями для хлопкового эксгаустера, 8 и 9—колеса с боковыми пластинами. **В. Туркус.**

**Винтовые В.** Винтовые В. применяются в тех случаях, когда требуется переместить большие объемы воздуха при малых напорах. Основной частью их является лопаточное колесо, в общих чертах похожее на воздушный или водяной винт. Лопаточное колесо состоит из нескольких радиально расположенных лопаток или крыльев и втулки. Последние служат для скрепления лопаток между собою и с валом. Лопаточное колесо насаживается непосредственно на вал мотора или же на самостоятельный вал, расположенный в подшипниках, укрепленных



Фиг. 26.

на чугунной или железной (клепаной) раме. В последнем случае на том же валу насаживается шкив для вращения колеса В. Винтовые В. устанавливаются обычно непосредственно в потолок или в стене вентилируемого помещения для того, чтобы не делать длин. трубопроводов для воздуха, создающих дополнительные. потери. Но целесообразно делать небольшой длины кожух (фиг. 26) для создания плавного подвода воздуха к колесу с небольшим диффузором сзади последнего для уменьшения потерь на выхлоп; этим значительно повышается КПД В. Работа винтовых В. основана на действии наклонных лопаток. При вращении колеса лопатки встречают воздух под некоторым углом и, действуя как крылья, создают перепад давлений в колесе и тем



Фиг. 27.

заставляют воздух перемещаться в осевом направлении. Наиболее распространенными винтовыми вентиляторами являются В. системы Сирокко-Пропеллер (фиг. 27), имеющие форму гребных винтов, и системы Блекман (фиг. 28), имеющие лопатки ковшеобразной формы. Размеры и производительность винтовых В. типа Сирокко даны в табл. 2 и 3, а типа Блекман—в табл. 4. Эти типы, однако, теперь устарели. Вследствие плохой конструкции их лопаточного колеса получается неодинаковый перепад давлений по длине лопаток (около втулки колеса получается иногда даже обратный ток воздуха), вследствие чего КПД их очень низок (~0,2—0,4). В последнее время появились более совершенные конструкции винтовых В. Так, напр., во Франции фирма Рато выпускает В. с 16 изогнутыми по винтовой поверхно-

Табл. 2.—Размеры винтовых вентиляторов типа Сирокко.

№№	Диам. крыла в мм	А	Б	В	Г	ШКИВ	
						Д	Е
2½	319	565	533	432	214	32	95
3	381	654	622	511	242	38	114
3½	445	765	718	591	267	44	133
4	508	860	813	670	306	51	152
5	635	1022	965	813	354	64	191
6	762	1181	1124	956	398	76	229
7	889	1346	1276	1099	416	89	267
8	1016	1499	1429	1241	455	102	305
9	1143	1664	1588	1384	503	114	343
10	1270	1835	1759	1527	541	127	381
11	1397	2007	1924	1670	587	140	419
12	1524	2164	2083	1800	629	152	457

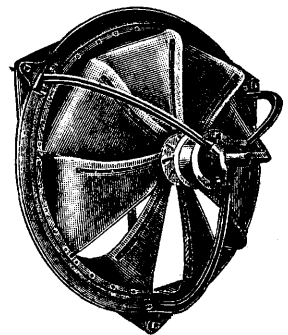
Табл. 3.—Производительность винтовых вентиляторов типа Сирокко.

№№	Диам. крыла в мм	Число об/м.	Производительность в м³/мин	η
2½	318	1000—1500	31—46	0,06—0,20
3	381	800—1400	42—76	0,07—0,40
3½	445	600—1300	51—112	0,07—0,60
4	508	500—2000	63—154	0,07—0,85
5	635	400—1100	100—276	0,10—2,00
6	762	400—1100	173—478	0,25—4,50
7	889	300—800	208—554	0,25—3,50
8	1016	300—700	305—721	0,40—4,50
9	1143	300—650	438—953	0,65—6,00
10	1270	250—600	498—1200	0,65—7,75
11	1397	200—550	534—1468	0,55—10,50
12	1524	150—500	522—1740	0,30—10,50

Табл. 4.—Размеры и производительность винтовых вентиляторов Блекман.

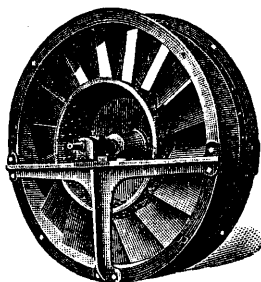
Диаметр крыльев в мм	Число об/м.	Производительность в м³/мин	Диаметр и ширина шкива в мм	η
355	1000—1500	29—43	57×32	½—¾
457	700—1200	57—86	76×51	¾—1½
610	500—900	86—172	102×63	1—1½
762	450—750	113—258	127×76	1½—1¾
914	400—650	220—400	152—178×89	1¾—1½
1067	350—600	329—572	178—204×101	¾—1¾
1219	300—550	386—860	203—229×127	1—2½

сти лопатками, расположенными на широкой металличес. втулке (фиг. 29). (Эти В. еще не получили в СССР широкого распространения.) Винтовые В. системы Рато имеют напор до 100 мм водн. столба с производительностью до 2800 м³/мин. КПД этих В. значительно выше и приближается к КПД центробежных; для Сирокко КПД 0,45—0,50. В СССР Центральным аэро-гидродинамич. ин-том (ЦАГИ)НТУВСНХ в Москве выработаны типы винтовых В., лопаточное колесо которых делается по типу воздушного пропеллера и имеет профилированные расширяющиеся во втулке лопасти. Число лопастей бывает



Фиг. 28.

различное и увеличивается при увеличении расчетного напора В., кпд весьма высок—0,6 и превосходит даже при одинаковых напорах кпд центробежных В. Сирокко.



Фиг. 29.

Эти В. употребляют-ся как для аэродинамическ. труб, так и для нужд промышленности (фиг. 30). Расчет их производится по вихревой теории гребного винта проф. Н. Е. Жуковского (см. *Воздушный винт*). В основу этой теории положено понятие о скорости циркуляции вокруг лопасти

за счет различных скоростей около верхней и нижней поверхностей лопасти (см. *Вихревая теория*). Теория действий винтового В. в общем такая же, как и винта воздушного и водяного, но формулы несколько изменятся в виду существования статическ. перепада давлений за и перед В. Обозначим:  $Q$ —расход воздуха в  $m^3/сек, h_{cm}$ .—статическ. перепад давлений в  $кг/м^2$ , а  $v$ —скорость воздуха в плоскости лопаток, определяемая по Ф-ле

$v = \frac{Q}{F}$ , где  $F = \pi R^2 (1 - \xi^2)$ —площадь прохода воздуха в плоскости лопаточного колеса,  $R$ —внешний радиус колеса и  $\xi = \frac{r}{R}$ —относительный радиус втулки. В таком случае сила давления на лопаточное колесо, или его тяга

$$P = kQ \frac{v^2}{2} + h_{cm} \cdot \pi R^2 \quad (1)$$

и идеальная мощность без учета потерь в самом лопаточном колесе

$$T_i = Pv = kQ \frac{v^3}{2} + h_{cm} \cdot \pi R^2 v. \quad (2)$$

В этих ф-лах для  $P$  и  $T_i$  первый член учитывает потери на выхлоп. В них коэфф.  $k$  зависит от коэффа В. Потери на выхлоп и коэфф-т  $k$  можно определить по скорости  $v_1$  у выходного отверстия кожуха вентилятора.

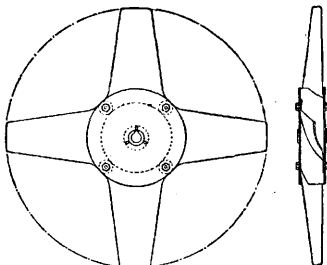
Величина  $kQ \frac{v^3}{2}$  есть не что иное, как  $Q \frac{v_1^3}{2}$ .

Таким образом имеем  $kv^2 = v_1^2$ , откуда  $k = \frac{v_1^2}{v^2}$ . Если кожух совершенно отсутствует, то  $k = 4$ , т. к. струя получается ненаправленной и, согласно теории гребного винта, скорость  $v_1 = 2v$ . Величина  $\frac{v_1^3}{2}$  носит название скоростного напора; обозначив ее через  $h_g$  и приняв во внимание, что

$$Q = v\pi R^2 (1 - \xi^2) \text{ и } \frac{k v^3}{2} = \frac{v_1^3}{2} = h_g,$$

преобразуем ур-ие для силы тяги и идеальной мощности так:

$$\begin{aligned} P &= [h_g (1 - \xi^2) + h_{cm}] \cdot \pi R^2, \\ T_i &= [h_g (1 - \xi^2) + h_{cm}] \cdot \pi R^2 v, \end{aligned} \quad (3)$$



Фиг. 30.

или, заменив в выражении для  $T_i$  множитель  $\pi R^2 v$  через  $\frac{Q}{1 - \xi^2}$ , получим:

$$T_i = \left( h_g + \frac{h_{cm}}{1 - \xi^2} \right) Q. \quad (4)$$

Потери мощности в самом лопаточном колесе В. определяются по вихревой теории гребного винта. Вводя, как и в теории воздушного и водяного винта, отвлеченные обозначения: для тяги

$$P = \frac{P}{2\pi\omega^2 R^4} = \frac{h_g(1 - \xi^2) + h_{cm}}{2\rho u^2},$$

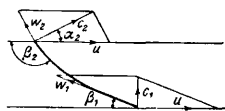
для мощности  $T = \frac{T}{2\pi\omega^2 R^4}$  и для скорости

$v = \frac{v}{\omega R} = \frac{v}{u}$ , где  $\omega = \frac{\pi n}{30}$ —угловая скорость колеса,  $n$ —число об/м. колеса,  $u = \omega R$ —окружная скорость конца лопасти,  $R$ —внешний радиус колеса,  $\rho$ —плотность воздуха, равная  $\frac{1}{8}$  для нормальных условий ( $15^\circ$  и  $760 \text{ мм Hg}$ ), и, пользуясь уравнениями (см. *Вихревая теория*) для случая, когда циркуляция  $J$  постоянна вдоль лопасти:

$$\begin{aligned} P &= J \left[ (1 - \xi^2) + 2J \ln \xi - 2\mu v (1 - \xi) \right] \\ T &= J \left[ v (1 - \xi^2) + \frac{2}{3} \mu (1 - \xi^3) - 2\mu J (1 - \xi) \right] \end{aligned} \quad (5)$$

находим по первому ур-ию, зная  $P$ , циркуляцию  $J$ , и по второму ур-ию мощность  $T$ , а по ней и действительную мощность  $T$  в  $кгм/сек$  с учетом потерь в лопаточном колесе.

В этих ф-лах  $\xi = \frac{r}{R}$ —относительный радиус втулки и  $\mu$ —коэфф., учитывающий сопротивление трения воздуха о лопасти, называемый качеством профиля сечения лопасти. Форма лопасти колеса найдется из соотношения (см. *Воздушный винт*)  $J = C_y b w$ , где  $C_y$ —коэффициент подъемной силы профиля сечения лопасти цилиндра, концентрическим лопаточному колесу (он зависит так же, как и встречающееся выше качество профиля  $\mu$ , от формы профиля и от угла атаки сечения, к-рые находят опытным путем, продувая в аэродинамической трубе крыло такого же профиля); относительно, ширина лопасти  $b = \frac{ib}{4\pi R}$ , где  $b$ —действительная ширина лопасти,  $i$ —число лопастей,  $w = \frac{w}{u}$ —относительная скорость воздуха (фиг. 31), различная для каждого радиуса; согласно вихревой теории гребного винта,



Фиг. 31.

$$w = \sqrt{v^2 + \left( r - \frac{J}{r} \right)^2}.$$

Таким образом имеем:

$$C_y b = \frac{J}{w}, \text{ или } C_y b = \frac{J}{\sqrt{v^2 + \left( r - \frac{J}{r} \right)^2}}. \quad (6)$$

Действительная ширина лопасти, следовательно, будет:

$$b = \frac{4\pi R}{i} \cdot \frac{b C_y}{C_u}. \quad (7)$$

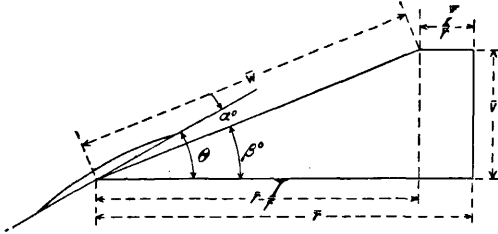
Величина  $b C_y$  с уменьшением радиуса увеличивается, как показывает ур-е (6); следовательно, ширина лопасти В., рассчитанного по вихревой теории, увеличивается по направлению ко втулке. Угол  $\beta$  подхода



воздуха к лопасти (фиг. 32) найдется из соотношения:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{v}{r - \frac{J}{r}} \quad (8)$$

Как видим отсюда, угол  $\beta$  возрастает по направлению от конца лопасти ко втулке. Прибавив к углу  $\beta$  угол атаки  $\alpha$ , найденный выше по продувке профиля и выбранному



Фиг. 32.

значению  $C_y$ , находим угол наклона сечения лопасти  $\theta = \beta + \alpha$ . Называя кпд лопаточного колеса отношение идеальной мощности  $T_i$  к действительной мощности  $T$ , т. е.  $\eta = \frac{T_i}{T}$ , получаем по вихревой теории, как показывают уравнения (5),

$$\eta = \frac{Pv}{T} = \frac{1 - \xi^2 + 2J \ln \xi}{1 - \xi^2} \cdot \frac{1 - 2 \frac{v}{v_{16}}}{1 + \mu \frac{1}{3} \mu \frac{\delta}{v}} = \eta_u \cdot \eta_{тр.}$$

Здесь

$$\eta_u = \frac{1 - \xi^2 + 2J \ln \xi}{1 - \xi^2}$$

окружной кпд, учитывающий потери на закручивание струи, а

$$\eta_{тр.} = \frac{1 - 2\mu \frac{v}{v_{16}}}{1 + \frac{2}{3} \mu \frac{\delta}{v}}$$

где

$$\delta = \frac{1 - \xi^2 - 6J(1 - \xi)}{1 - \xi^2}$$

кпд трения, учитывающий потери на трение воздуха о лопасти. Называя статическим кпд вентилятора отношение:  $\eta_{ст.} = \frac{Qh_{ст.}}{T}$  и

заменяя здесь  $T$  через  $\frac{T_i}{\eta}$ , получим:

$$\eta_{ст.} = \frac{Qh_{ст.}}{T_i} \eta,$$

или, подставив сюда величину  $T$  из уравнения (4) и сократив на  $Q$ , имеем:

$$\eta_{ст.} = \frac{h_{ст.}}{h_g + \frac{h_{ст.}}{1 - \xi^2}} \eta,$$

или

$$\eta_{ст.} = \eta_h \cdot \eta,$$

где

$$\eta_h = \frac{h_{ст.}}{h_g + \frac{h_{ст.}}{1 - \xi^2}}$$

Определив по этим формулам  $\eta_{ст.}$ , находим мощность, потребную для В. по формуле:

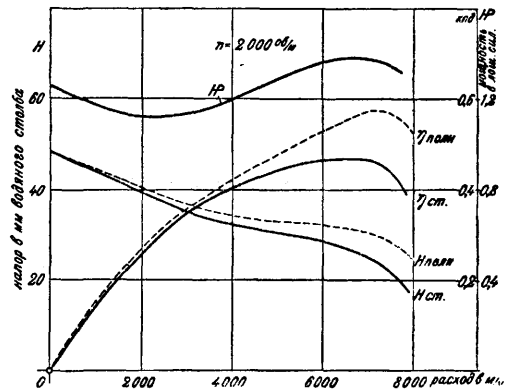
$$T = \frac{Qh_{ст.}}{\eta_{ст.}} = \frac{Qh_{ст.}}{75\eta_{ст.}} \text{ лр.}$$

Называя

$$h_g + \frac{h_{ст.}}{1 - \xi^2} = h_{полн.}$$

полным напором, отнесенным к рабочей площади лопаточного колеса, т. е. к площади  $F = \pi R^2 (1 - \xi^2)$ , будем иметь мощность  $\frac{Qh_{полн.}}{75\eta_{полн.}}$ , где  $\eta_{полн.}$  — полный кпд В., равный кпд лопаточного колеса  $\eta$ , учитывающий потери на закручивание струи и на трение.

Для наиболее рационального подбора В. к условиям задания удобно пользоваться характеристиками В., получаемыми опытным путем. На фиг. 33 изображена характеристика винтового В. типа ЦАГИ. На этой диаграмме по оси абсцисс отложена производительность В. в  $\text{м}^3/\text{ч}$ , а по оси ординат отложены напор в  $\text{мм вод. ст.}$ , кпд и мощность в лр. На этой же диаграмме пунктирными линиями изображены полный напор и полный кпд. Характеристика В. построена при постоянном числе 2 000 об/м. Эта кривая мощности показывает, что при



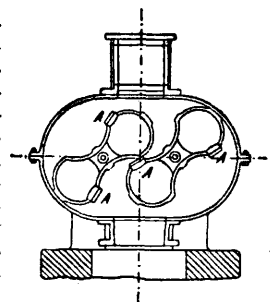
Фиг. 33.

изменении напора мотор винтового В. не перегружается: мощность почти постоянна. При изменении числа оборотов производительность вентиляторов изменяется прямо пропорционально числу оборотов, напор — пропорционально квадрату, а мощность — кубу числа оборотов.

Г. Кузьмин.

**Цилиндрические В.** Цилиндрическ. В., называемые также капсельными воздуходувками, представляют собою коловратный механизм.

Они бывают с одним, двумя и тремя крыльчатými колесами, работающ. в общем кожухе. Наиболее распространенными цилиндрич. В. являются В. типа Рута (фиг. 34) и типа Егера (фиг. 35). Обе конструкции относятся к группе вентиляторов с двумя вращающимися колесами. Цилиндрические вентиляторы применяются для вентиляции шахт, литейных, для дутья в кузнечных горнах и т. п.



Фиг. 34.

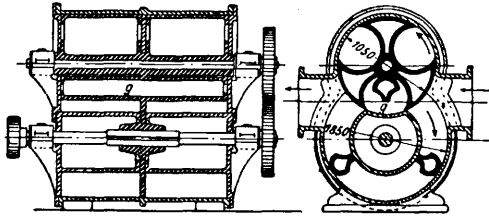
Вентиляторы Рута обычно дают давление от 100 до 500  $\text{мм}$  водяного столба; производительность их приведена в табл. 5.

Табл. 5.—Характеристика вентиляторов типа Рута.

Число об/м.	При плавне чугуна, кг/ч	Внутр. размеры вагранки в мм	Кувал. горны. Число горн. при соплах 30 мм diam.	Колпч. воз-духа м³/мин.	Диам. возду-хопровода, мм	Диаметр входн. отвер-стия в мм	Шкивы	
							диам. в мм	ширина в мм
400	1 800	350—600	16	30	160	300	250	100
400	2 700	600—750	24	44	200	355	300	110
350	4 000	750—900	35	62	250	405	360	125
325	7 000	900—1 200	50	92	300	450	405	150
300	9 000	1 200—1 500	73	132	350	525	530	180
220	14 000	1 500—1 800	116	210	450	630	600	200

Фасонные колеса В. этого типа вращаются около параллельных друг другу осей. Колеса изготавливаются из чугуна и в местах соприкосновения имеют уплотняющие накладки А (фиг. 34). Вращение колес осуществляется через шкив ременной передачи и две шестерни, насаженные на концах валов колес. Шестерни одинаковых diam., а потому вращение происходит с одинаковыми угловыми скоростями. Колеса вращаются в противоположные стороны. Объемный КПД ≈ 0,8, механический КПД ≈ 0,75.

В. типа Егера (фиг. 35) состоит из двух фасонных колес, вращающихся в одном кожухе. Вращающиеся части показаны на



Фиг. 35.

фиг. черными, неподвижные—заштрихованы. Верхнее фасонное колесо вращается на верхнем валу; нижнее колесо, представляющее собой 3 грушевидного сечения тела *g*, укрепленных на поперечном диске, вращается на нижнем валу. Нижнее колесо, вращающееся вокруг неподвижного ядра (заштриховано), находится в зацеплении с верхним колесом. Производительность вентиляторов типа Егера приведена в табл. 6.

Табл. 6.—Производительность вентиляторов типа Егера.

№№	Производит. в м³/мин.	Число об/м.	Диам. входн. выход. отвер-стия в мм	Шкивы		Число сопел, diam. 30 мм в кувал. горнах	Диам. вагран-ки в мм	Производи-тельность ва-гранки в кг/ч	Расход силы на каждые 100 м³ давлен. вод. ст. в НР
				диам. в мм	ширина в мм				
000	0,17	500	25	90	40	—	—	—	0,01
00	0,5	500	40	110	40	—	—	—	0,03
0	1	400	60	120	50	1	—	—	0,05
1	3	400	80	175	50	2	—	—	0,12
2	7	400	90	200	60	3	—	—	0,25
3	10	400	100	250	70	5	—	—	0,35
4	14	400	150	280	75	—	350	1 000	0,45
5	25	380	200	330	100	13	450	1 750	0,8
6	40	360	225	400	125	20	600	3 000	1,3
7	55	340	250	450	150	30	700	4 000	1,7
8	80	320	300	500	175	40	800	5 500	2,5
9	114	300	350	650	190	60	900	8 000	3,5
10	140	280	400	750	200	70	1 000	10 000	4,2
11	200	260	450	1 000	200	100	1 300	15 000	6
12	300	240	550	1 200	250	—	1 600	22 500	9

В. типа Егера дают высокие давления: малые модели—до 5 м, большие до 3 м вод. столба. Объемный КПД равен 0,90—0,70 (в зависимости от создаваемого давления); механический КПД 0,75—0,85.

Лит.: Г а р т м а н К., Вентиляция промышл. заведений, Москва, 1926; Г е р м а н А. П., Турбомашин, Л., 1925; З о т о в П. П., Вентиляция на фаб.-зав. предпр., М., 1927; К а р г Г., Центробежные вентиляторы, перевод с нем., М., 1928; Т у р н у с В. А. и Л и х у ш и н Н. М., Определение мощности вентиляторов по потерям в трубопроводе, М., 1927; Б а у л и н К., Испытание вентиляторов и эксгаустеров, «Вестник Инженеров», М., 1928, 3; Н ü t t e, Справочная книга для инж., 16 изд., М., 1916; B l a e s s V., Die Strömung in Röhren usw., München, 1911; D i e t z L., Lehrbuch der Lüftungs- und Heizungs-Technik, München, 1920; G r o n w a l d E., Zentrifugal-Ventilatoren, B., 1925; К а р г Н. R., Schleuder-gebläse, München, 1926; Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren u. Kompressoren, VDI, B., 1926; Reck-nagel's Kalender f. Gesundheits- und Wärme-Technik, München, 1927; R i e t s c h e l H., Leitfadens der Heiz-u. Lüftungstechnik, 2 Aufl., B., 1925; S c h w a n e c k e H. K., Lüftung und Entstaubung, Lpz., 1909; W i e s -m a n n E., Die Ventilatoren, B., 1924; C a r r i e r V. H., Fan Engineering, Buffalo, N. Y., 1925. В. Т у р н у с.

**ВЕНТИЛЯЦИЯ**, создание гигиенич. условий в закрытом помещении путем поддержания обмена воздуха, необходимого для нормального самочувствия находящихся в помещении людей. Причины порчи воздуха: 1) выделение теплоты и водяного пара людьми и источниками освещения; 2) выделение углекисл. газа людьми и источниками освещения; 3) выделение зловонных веществ; 4) пыль; 5) производственные причины (от технологич. и производственных процессов). Опытю было установлено, что при временном пребывании людей в закрытом помещении повышение содержания углекислоты до 1,5% никаких ненормальных явлений у человека не вызывало до тех пор, пока при неподвижном воздухе темп-ра и влажность воздуха не повышались; как указывает д-р Яковенко, самочувствие ухудшалось при *t°*, равной 24°, относительной влажности в 89% и содержания углекислоты до 1,2%; самочувствие людей улучшалось, как только воздух в испытуемом помещении приводился в движение. К современной В. жилых помещений предъявляются следующие требования: 1) вводимый воздух должен быть нагрет до темп-ры, близкой к *t°* помещения; 2) воздух должен находиться в легком движении, его темп-ра должна время от времени слегка колебаться; относительн. влажность не должна превышать 40—50%; 3) воздух д. б. свободен от неприятных запахов; 4) в воздухе не д. б. вредных газов и дымов, а также большого количества пыли. В промышл. заведений имеет целью непрерывно поддерживать внутри помещения воздух удовлетворителн. качества. При этом комбинированное действие *t°*, влажности и движения воздуха должно соответствовать роду и напряжению физическ. труда, выполняемого в мастерских; кроме того воздух указан. помещений должен содержать минимальное количество пыли и бактерий и д. б. свободен от ядовитых и вредных примесей, а также от неприятн. запахов (д-р Яковенко).

Санитарно-гигиенич. условия. Атмосферный воздух состоит из кислорода, азота, углекислоты, водяных паров, аргона, пыли и микроорганизмов. В круглых цифрах можно считать, что атмосферный

воздух содержит: азота (N)—78,00%, кислорода (O)—20,96%, аргона (Ar)—1,01% и углекислоты (CO<sub>2</sub>)—0,03%. Содержание водяных паров в атмосферном воздухе зависит от  $t^\circ$  воздуха. В фабричных и промышленных помещениях при производственных и технологических процессах выделяются материальные частицы, водяные пары и газообразные продукты. Химический состав выдыхаемого человеком воздуха следующий: кислорода—16,0%, азота—79,0%, аргона—1,0%, углекислоты—4,0%. В воздухе жилых помещений содержание CO<sub>2</sub> д. б. не более 0,07—0,1%; при нахождении людей в помещении определенное число часов в сутки содержание CO<sub>2</sub> должно быть не более 0,1—0,15%; при временном, не ежедневном и добровольном пребывании в помещении содержание CO<sub>2</sub> допускается 0,15—0,2%. Вышние пределы содержания CO<sub>2</sub> относятся к пребыванию здоровых людей, низшие—больных и слабых. Наиболее благоприятная относительная влажность воздуха жилых помещений 30—50% при 20°. При временном пребывании людей температура в помещении не должна превышать норму более чем на 2°, перед занятием таких помещений она м. б. ниже нормы на 1°.

Обмен воздуха по CO<sub>2</sub>. Для жилых помещений:  $L = \frac{n k}{p_2 - a}$ , где  $L$ —потребное количество воздуха в м<sup>3</sup>/ч,  $k$ —количество CO<sub>2</sub>, выделяемое 1 чел. или источником в 1 ч.,  $p_2$ —предельное количество CO<sub>2</sub>, допускаемое в помещении,  $a$ —содержание CO<sub>2</sub> в вводимом воздухе,  $n$ —число людей или источников выделения CO<sub>2</sub>. Для помещений временного пользования:

$$L = \frac{k - \frac{J}{2nz}(p_1 - p_2)}{p_2 - a} \text{ м}^3/\text{ч на 1 чел.},$$

где  $p_1$ —первоначальное содержание CO<sub>2</sub> в помещении,  $J$ —объем помещения в м<sup>3</sup>,  $z$ —число часов действия В. Эта ф-ла составлена в предположении, что В. начинает работать с момента занятия помещения людьми и обмен прекращается после освобождения помещения и что первое время выводится воздух из помещения с содержанием CO<sub>2</sub>, равным  $p_1$  в 1 м<sup>3</sup>. Среднее содержание CO<sub>2</sub> принято равным  $\frac{p_1 + p_2}{2}$ ; количество CO<sub>2</sub>, удаляемое этим воздухом, будет  $J \left( \frac{p_1 + p_2}{2} - p_1 \right)$ . Количество CO<sub>2</sub>, поглощаемое вводимым воздухом  $L$ , равняется  $nLz(p_2 - a)$ . Т. о. баланс будет  $n k z = nLz(p_2 - a) + \frac{J}{2}(p_2 - p_1)$ ; после преобразования получим вышеприведенное выражение для  $L$ .

Выделение углекислоты человеком в м<sup>3</sup>/ч, приведенное к 0° (по Петтенкоферу и Шарлингу), таково:

Мужчина при физич. работе . . . . .	0,0363
» » покое . . . . .	0,0226
Большой . . . . .	0,0300
Женщина . . . . .	0,0170
Юноша . . . . .	0,0174
Девушка . . . . .	0,0129
Мальчик . . . . .	0,0103
Девочка . . . . .	0,0097

Выделение углекислоты осветительными источниками в 1 час при 0° (по Фишеру) выражается следующими цифрами:

Светильный газ (1 м <sup>3</sup> ) . . . . .	0,57 м <sup>3</sup>
Керосин (1 кг) . . . . .	1,57 »
Стеарин (1 кг) . . . . .	1,42 »

Обмен воздуха по содержанию влаги (проф. Чаплин). Обозначим:  $m_2$ —предельное содержание влаги в 1 м<sup>3</sup> воздуха,  $a$ —содержание влаги в вводимом воздухе,  $m_1$ —содержание влаги в помещении до занятия его людьми,  $A$ —выделение влаги человеческим телом в 1 час. По аналогии с предыдущим для помещений временного заполнения:

$$L = \frac{A - \frac{J}{2nz}(m_2 - m_1)}{m_2 - a};$$

для промышленных помещений:

$$L = \frac{(A + A') - \frac{J}{2nz}(m_2 - m_1)}{m_2 - a},$$

где  $A'$ —добавочная влажность на 1 человека от источников выделения паров, находящихся в помещении;  $A' = \frac{Q}{zn}$  при выделении влаги посторонним источником в  $z$  часов  $Q$  кг. Если выделение влаги людьми по сравнению с выделениями других источников ничтожно, то расчет потребного воздуха ведется по количеству влаги, выделенной этими источниками:  $L = \frac{Q}{m_2' - a'}$ , где  $m_2'$ —количество влаги в кг в 1 м<sup>3</sup> воздуха, при котором образуется туман,  $a'$ —абсолютная влажность вводимого воздуха в кг в 1 м<sup>3</sup>.

Выделение водяного пара в 1 час человеком (по Ритшелю): при умеренном заполнении помещения (жилые помещения, конторы и т. п.)—40 г; при большом заполнении помещения (театры, концертные залы, школы и т. п.)—80 г.

Обмен воздуха в жилых помещениях по тепловым источникам. Если обозначить в Cal/ч. выделение теплоты людьми через  $w_1$ , освещением—через  $w_2$ , другими источниками—через  $w_3$  и через  $w_4$ —охлаждение помещения зимой (—), летом (+), то теплота  $w = w_1 + w_2 + w_3 \pm w_4$  должна быть удалена часовым обменом воздуха в помещении, т. е.

$$L = \frac{w \left( 1 + \frac{t_m}{273} \right)}{0,306(t_m - t')} \text{ м}^3,$$

где  $L$ —потребное количество воздуха,  $t_m$ —средняя темп-ра помещения,  $t'$ —температура вводимого воздуха, 0,306—теплоемкость воздуха, отнесенная к 1 м<sup>3</sup>. Нормальная комнатная  $t^\circ$  обычно поддерживается равновесием между теплоотдачей нагревательных приборов, людей, осветительных приборов и отдачей тепла ограждениями. Если же эти источники таковы, что тепловое равновесие быстро нарушается, то поддержание нормальной  $t^\circ$  достигается введением воздуха пониженной по сравнению с ней  $t^\circ$  (напр. в помещениях для многолюдных собраний). При хорошем распределении вводимого воздуха его  $t^\circ$  м. б. принята на 5° ниже комнатной. На з-дах и фабриках происходит хорошее перемешивание воздуха вращающимися и движущимися механизмами, поэтому разность температуры между вводимым и внутренним воздухом можно принимать в 8° и даже доводить до 10°.

В табл. 1 и 2 приведены данные о количестве тепла, выделяемого человеком и различными осветительными источниками.

Табл. 1.—Выделение тепла человеком при средних  $t^\circ$  (по Рубнеру).

Возраст человека	Cal/ч.
Грудной ребенок . . . . .	ок. 16
Взрослый чел. в спокойном состоянии . . . . .	96
» » при средней работе . . . . .	118
» » » тяжелой » . . . . .	140
В старческом возрасте . . . . .	90

По Ритшелю, при умеренном заполнении помещения (жилые помещения, конторы и т. п.) человек в среднем отдает 75 Cal/ч., при большом заполнении (театры, школы и т. п.)—50 Cal/ч.

Табл. 2.—Выделение тепла различными осветительными источниками (по Веддингу).

Род освещения	Час. расход на 1 свечу Гейнера	Отдача тепла в Cal/ч.
Дуговая лампа . . . . .	1,1 W	1,0
Металлич. калильная лампа	1,2 »	1,0
Угольная калильная лампа (16 свечей Гейнера) . . . . .	4,5 »	4,0
Ацетиленовое освещение . . . . .	0,0006 м <sup>3</sup>	5,5
Газовое освещение (с вертикал. пламенем) . . . . .	0,0021 »	6,5
Горелка Арганда . . . . .	0,010 »	50,0
» Врея . . . . .	0,013 »	67,0
Керосиновое освещение . . . . .	0,0033 кг	36,0

Обмен воздуха по содержанию в нем ядовитых газов. Количество вводимого воздуха  $L$  д. б. взято из такого расчета, чтобы выделяемое количество ядовитых газов было снижено до норм, указанных в табл. 3 (графа 2—для помещения мастерских и графа 3—для мест утечки газа):

$$L = \frac{k}{K} \text{ м}^3/\text{ч.},$$

где  $k$ —выделение газа за 1 час.  $K$ —допустимое содержание газа в 1 м<sup>3</sup> воздуха.

Табл. 3.—Вредное для здоровья содержание в воздухе главных их фабрик. газов (по Леману) в %.

Газы	Переносимое многие часы	Переносимое от 1/2 до 1 ч.	Безусловно опасное
Пары воды . . . . .	0,0005	0,003	—
» хлора . . . . .	0,001	0,004	0,05
» брома . . . . .	0,001	0,004	0,05
Хлороводород . . . . .	0,01	0,05	1,5
Сернистая к-та . . . . .	—	0,05	0,5
Сероводород . . . . .	—	0,2	0,6
Аммиак . . . . .	0,1	0,3	3,5
Оксид углерода . . . . .	0,2	0,5	2,0
Сероуглерод . . . . .	—	1,5	10,0
Углекислота . . . . .	10,0	80,0	300,0

Нормы часового обмена воздуха в помещениях неопределенного заполнения даны в помещенной ниже табл. 4.

Эффективная температура ( $t^\circ$ , влажность, движение воздуха). Температура, влажность и движение воздуха играют больш. роль при устройстве рациональной В. Тепловой баланс человек. организма в нормальных условиях его существования, т. е. равновесие между приходом и расходом

Табл. 4.—Нормы часового обмена воздуха в помещении (по Чаплину).

Род помещений	Обмен воздуха	Род помещений	Обмен воздуха
<b>Школы:</b>		<b>Больницы:</b>	
Классы . . . . .	±3	Палаты . . . . .	±1,5
Рисовальный класс . . . . .	±2	Операционная . . . . .	±2
Зал . . . . .	±1	Перевязочная . . . . .	±2
Зал собраний . . . . .	±3	Ваниты . . . . .	±1,5
Кабинеты . . . . .	±1	Буфетные . . . . .	-2
Раздевальня . . . . .	-1	Аптека . . . . .	+1
Клозеты . . . . .	-3		-2
<b>Специальные школы:</b>		<b>Учреждения:</b>	
Аудитории . . . . .	±3	Канцелярии . . . . .	±1,5
Химич. лаборатории . . . . .	+2	Кабинеты . . . . .	±1
	-3	Помещения для публики . . . . .	+1
Физич. лаборатории . . . . .	±1,5	Вестибюль . . . . .	+2
Кабинеты . . . . .	±1		
Читальни . . . . .	±1,5	<b>Вокзалы:</b>	
Столовая . . . . .	-2	Зал для пассажиров . . . . .	±2
Коридоры . . . . .	+1	Буфет . . . . .	-2
Чертежная . . . . .	±1		
<b>Общ.жития:</b>		<b>Театры:</b>	
Жилые комнаты . . . . .	±1,5	Зрительный зал . . . . .	±3
Общие . . . . .	±2	Фойе . . . . .	+2
Ясли . . . . .	±2	Сцена (периодическая) . . . . .	-2
		Курит. комната . . . . .	-5
		Комната артистов . . . . .	±2

теплоты, поддерживается постоянным выработыванием и потерей теплоты организмом. Охлаждение человек. тела происходит путем излучения теплоты, конвекции (проедения теплоты) и выделения водяных паров. Разница  $t^\circ$  тела и окружающей среды обеспечивает охлаждение тела излучением, повышение  $t^\circ$  воздуха уменьшает охлаждение тела этим путем; охлаждение излучением совсем прекращается, когда обе  $t^\circ$  делаются одинаковыми. Соприкосновение воздушных течений с поверхностью тела и постоянная смена нагретого слоя более холодным вызывает охлаждение тела конвекцией: чем больше скорость движения воздуха, омывающего поверхность тела, тем быстрее оно охлаждается. Охлаждение тела в этом случае будет тем больше замедляться, чем слабее будет заменяться нагретый телом слой воздуха более холодным слоем. Влажность окружающего воздуха обуславливает охлаждение тела путем испарения воды; испарение воды с поверхности тела будет идти тем быстрее, чем меньше влажность окружающего тело воздуха. Если слой воздуха, находящийся у поверхности кожи, будет медленно сменяться более холодным слоем, то он может нагреться до  $t^\circ$  тела и насытиться выделившимися с поверхности тела парами,—испарение будет замедлено, и охлаждение тела сильно уменьшится. Т. о. движение воздуха влияет на человек. тело двояко: оно вызывает охлаждение тела конвекцией и испарением. Комбинируя эти три фактора, способствующие установлению равновесия между скоростью теплообразования внутри человек. организма и потерей им тепла, можно создать условия, при которых человек будет чувствовать себя хорошо. При этом может случиться, что в отдельности каждый фактор будет превышать норму. Влияние комбинаций этих трех факторов

на человека и составляет то, что называется эффективной  $t^\circ$ . Изучая влияние состояния воздуха в помещениях на человека при различных комбинациях этих трех факторов при различной работе, выполняемой человеком, можно для каждого отдельного случая определить, какие эффективные  $t^\circ$  соответствуют наилучшим условиям самочувствия человека. Наиболее благоприятные условия для физическ. работы человека лежат в пределах эффективных  $t^\circ$  ниже  $18^\circ$  (д-р Яковенко). Охлаждение тела д. б. больше при тяжелой физическ. работе, нежели при легкой. Америк. «Об-во инженеров по вентиляции и отоплению» дает для мастерских следующие эффективные  $t^\circ$ :

В покое . . . . .	$17,8^\circ$	Умеренная работа . . . . .	$16,7^\circ$
Легкая работа . . . . .	$16,9^\circ$	Тяжелая . . . . .	$15,3^\circ$

Эти  $t^\circ$  для наших условий, конечно, несколько изменяются; основной же принцип остается тот же, т. е. характер труда и вместе с ним напряжение человек. организма д. б. приняты во внимание при назначении  $t^\circ$  воздуха. Для быстрого определения значений эффективных  $t^\circ$  по показаниям в воздухе сухого и влажного термометра и скорости воздуха служат термометрич. карты. На этих картах нанесены показания сухого и влажного термометров, кривые скоростей движения воздуха, линии эффективных  $t^\circ$

в  $^\circ\text{C}$  и отмечена зона комфорта, т. е. границы эффективных температур, наиболее благоприятных для человека.

**Э ф ф е к т и в н ы й обмен воздуха.** Вводимый воздух нужно стремиться распределять равномерно по всему вентилируемому помещению; обмен воздуха, дающий такой

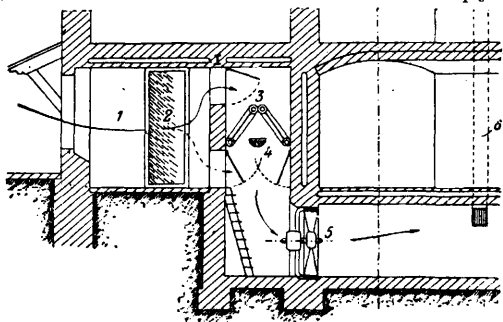
эффект, называется э ф ф е к т и в н ы м. Эффективный обмен обеспечивает хорошее перемешивание вводимого воздуха с воздухом помещения. Этот фактор является столь же важным гигиеническим фактором, как и описанные выше.

**За п а х и.** Исследования, произведенные Нью-Йоркской комиссией по вентиляции, выявили, что воздух нормальной темп-ры и влажности, но имеющий неприятные запахи, вредно отражается на самочувствии находящихся в нем людей, понижая их активность и производительность. Запахи должны быть удаляемы путем отсасывания в местах их образования.

**П ы л ь и г а з ы.** Пыль и газы должны отсасываться в местах их образования т. о., чтобы между рабочими и очагом образования пыли или выделения газов создавался ток свежего воздуха—как бы воздушная завеса (прослойка), предупреждающая возможность попадания пыли и газов в дыхательные пути человека.

В зависимости от способов обмена воздуха в закрытых помещениях рассматриваются: 1) вентиляция естественная и 2) вентиляция искусственная. В зависимости от устройств искусственная В. разделяется на: а) приточную, б) вытяжную и в) отсасывающую.

1) **В. е с т е с т в е н н а я**—обмен воздуха, происходящий через неплотности дверей, окон, пористость строительных материалов, стен, полов, потолков и т. п. Движущей силой в данном случае является разность давлений воздуха внутри и вне помещения вследствие неодинаковых  $t^\circ$  наружного и внутреннего воздуха или вследствие давления ветра; более легкий и теплый воздух внутри помещения вытесняется тяжелым холодным, поступающим извне внизу помещения. Недостаток естественной В.—неопределенность ее действия. Ланг и Гозебрух



Фиг. 2.

на основании своих исследований вывели формулу для подсчета количества воздуха  $L$ , проникающего через поры строительных материалов в единицу времени, а именно:

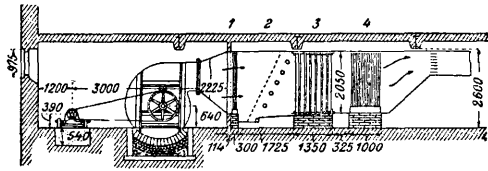
$$L = \frac{F \cdot c(p - p_0)}{e} \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $F$ —поверхность стены в  $\text{м}^2$ ,  $e$ —толщина стены в  $\text{м}$ ,  $p - p_0$ —разность давлений в внутренней и наружной стены в  $\text{кг}/\text{м}^2$ ,  $c$ —коэффициент проницаемости материала (для бута—0,000124, кирпича—0,000201, бетона—0,000258). В этой ф-ле не учтен обмен через неплотности. При естественной В. обмен редко доходит до одного объема помещения.

2) **В. и с к у с т в е н н а я**—обмен воздуха, достигаемый введением и извлечением его через специальные каналы или отверстия. Движение воздуха м. б. достигнуто: а) созданием разницы  $t^\circ$ , б) использованием силы ветра при помощи нагнетательных и всасывающих колпаков (головки—дефлекторы, флюгарки); в) механич. путем—при помощи вентиляторов. Искусственная вентиляция дает полную возможность производить правильный постоянный обмен воздуха в помещениях в требуемых объемах.

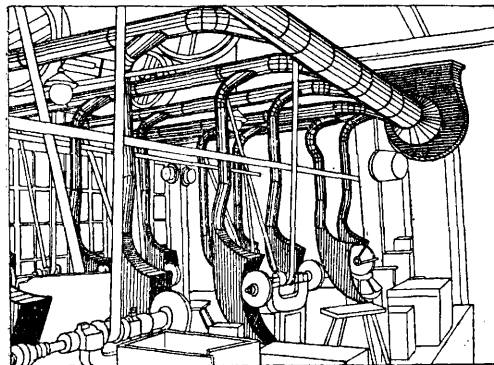
Схемы вентиляционных устройств и детали вентиляционных установок. 1) **П р и т о ч н а я В.** (см. фиг. 1). Наружный воздух забирается через воздухоприемник  $E$  и доставляется в пылевую (вентиляционную) камеру  $S$ , где установлен фильтр для отделения пыли путем фильтрации воздуха (за исключением той пыли, которая оседает при входе в камеру вследствие падения скорости воздуха в этом месте). Далее при помощи вентилятора  $V$  воздух нагнетается через нагнетательные приборы  $H$  в главный канал  $L$ , откуда разводится по ответвленным каналам  $Z$  в вентилируемые помещения  $I, II, III$ , вступая в них через решетки, которые устанавливаются у выходов каналов

в помещение. Для увлажнения приточного воздуха увлажнительные приборы устанавливаются там, где воздух достиг своей конечной  $t^\circ$ . На фиг. 2 показано положение вентилятора со всеми приборами: 1—пыльная камера, 2—фильтр, 3—нагревательный



Фиг. 3.

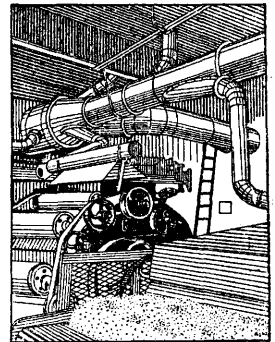
прибор, 4—увлажнитель, 5—вентилятор и 6—приточный канал. Кроме обычного нагнетания засасанного воздуха в вентилируемые помещения, здесь можно вести воздух мимо нагревательных приборов, в чем является необходимость летом. Если очистка вентиляционного воздуха от пыли производится путем промывки, тогда увлажнение и промывка осуществляются одновременно. Так как в этом случае увлажнение следует производить при  $t^\circ$  более низкой, чем та, при которой воздух вступает в вентилируемое помещение, то воздух перед впуском в приточные каналы догревают. На фиг. 3 показана американск. установка с промывкой и догреванием воздуха (размеры даны в мм): 1—предварительный нагрев воздуха, 2—промывка его, 3—высушивание, 4—догревание воздуха. 2) В ы т я ж н а я В. (фиг. 1) вытягивает испорченный воздух из вентилируемых помещений по каналам А, которые объединяются общим сборным боровом (каналом). Борова присоединяются к вытяжным шахтам, которые выводятся вертикально через крышу; через шахту выводится испорченный воздух наружу. Увеличение напора в вытяжной системе создается также путем нагревания извлекаемого воздуха или с помощью вентилятора. 3) О т с а с ы в а ю щ и е с и с т е м ы. Удаление пыли, газов, паров



Фиг. 4а.

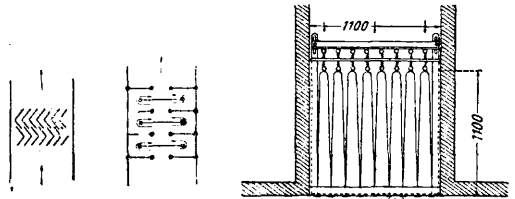
и других вредных, выделяющихся при производственных процессах, производится путем отсасывания по системе труб при помощи включенного в систему эксгаустера (фиг. 4а, 4б). В местах образования и выделения вредных на концах подведенных труб

устанавливают специальные ловители, приемники, зонты и т. п., конструкция которых должна отвечать наиболее рациональному улавливанию вредных. Эксгаустер больш. частью устанавливается на конце трубопровода, и отсасываемое вещество просасывается через эксгаустер. В случае отсасывания пыли, волокон и т. п. за эксгаустером устанавливаются так называемый фильтр или циклон для отделения пыли и т. п. (см. *Заводская вентиляция*).



Фиг. 4б.

В п у с к п р и т о ч н о г о в о з д у х а должен производиться в таком месте, где можно рассчитывать на сравнительно большую чистоту воздуха. Воздухоприемники рационально делать на высоте  $< 2$  м над землю, так как на этой высоте слой воздуха содержит меньше уличной пыли. Надо избегать расположения воздухоприемника на расстоянии от здания, так как в этом случае воздухоприемные шахты соединяются со зданием подземными каналами, по которым наружный воздух доставляется в камеру и в которых осаждается влага, образуется



Фиг. 5.

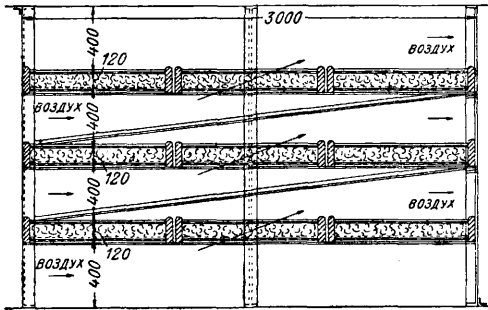
Фиг. 6.

плесень и т. п.,—все это понижает качество приточного воздуха. Во всяком случае воздухоприемные каналы д. б. вполне доступны для поддержания в них чистоты.

О ч и с т к а в о з д у х а. Камеры должны быть устроены так, чтобы пыль, оседающая вследствие уменьшения скорости входящего воздуха, не могла движением воздуха подниматься с пола камеры; для этого переднюю часть камеры выделяют под так называемый пылеотстойник, где скорость воздуха должна быть меньше  $0,1$  м. Пылеотстойник д. б. доступен для очистки. Для дальнейшей очистки воздуха от пыли служат фильтры. На фиг. 5 показаны ф и л ь т р ы - л о в и т е л и п ы л и; они создают незначительные сопротивления и применяются в случае В., действующей вследствие разности  $t^\circ$ . На фиг. 6 и 7 изображены так назыв. п р о х о д н ы е ф и л ь т р ы разных конструкций (размеры в мм): мешечный фильтр (фиг. 6), фильтр с заполнением коксом, торфом, древесной шерстью или гравием (фиг. 7). Кроме того, применяются металлические фильтры с масляной смазкой. Очистка воздуха в таких фильтрах дает очень хорошие результаты.

Нагревание воздуха. Наружный воздух до ввода в помещение в большинстве случаев д. б. подогреет; нагревание устраняет влияние температуры его на величину обмена. Темп-ра приточного воздуха б. ч. начинается равной  $t^{\circ}$  помещения.

Увлажнение и промывка воздуха. Увлажнение воздуха либо достигается путем установки открытых сосудов с водой на нагревательных приборах либо осуществляется пульверизацией воды в особых камерах или в подводящих воздух каналах. Часто увлажнение воздуха соединяют с очисткой его от пылевых частиц путем промывки; лучше всего это достигается



Фиг. 7.

введением в ток воздуха насыщенного водяного пара, который, конденсируясь на поверхности пылевых частиц, образует туман, легко осаждаемый мелким дождем. Увлажненный таким образом воздух надлежит промывать распыленной водой до полного удаления из него тумана, а следовательно и до полного удаления пылевых частиц.

Приточные и вытяжные каналы. Приточный воздух поступает в вентилируемые помещения по каналам. В жилых и общественных зданиях каналы прокладывают преимущественно в стенах здания во время кладки стен. Каналы, проложенные в стенах, имеют ряд отрицательных сторон: зависимость сечений каналов от толщины стен, шероховатость внутренних стенок, неблагоприятные формы ответвлений и т. д.,—все это создает значительные сопротивления движению воздуха по каналам; кроме того, каналы, проложенные в стенах, не обеспечивают сохранения первоначальных свойств вентиляционного воздуха. Поэтому широко пользуются, в особенности в Америке, металлическими трубами не только в вентиляционных системах для промышленных заведений, но и для жилых помещений. Эти трубы б. ч. делают из оцинкованного железа. Металлические трубопроводы создают наиболее благоприятные условия для движения воздуха как в отношении характера внутренней поверхности, формы сечения, возможности выполнения радиальных форм ответвлений, так и в виду того, что системы металлических трубопроводов могут быть выполнены в полной мере в соответствии с расчетом. Приточные каналы у выхода в вентилируемое помещение снабжают металлическими решетками с жалюзи или иными клапанами, которые дают возможность перекрывать приток воздуха.

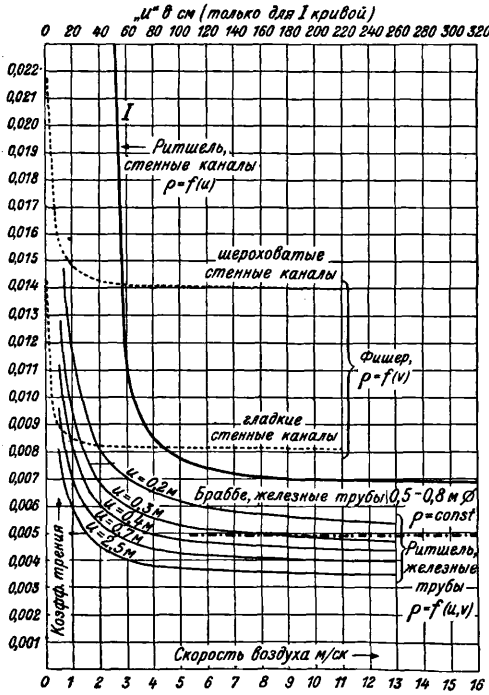
Вытяжные каналы м. б. направлены непосредственно вертикально вверх и там объединены общими сборными боровами, или же вертикальные каналы могут быть выведены, каждый отдельно, наружу или в общую самостоятельную шахту. Когда несколько вытяжных отверстий приходится объединять общим вытяжным каналом или когда вытяжное отверстие находится на некотором расстоянии от вытяжного канала, то приходится вытяжные отверстия сообщать с вертикальными каналами при помощи горизонтальных каналов. При В., действие которой основано на разности  $t^{\circ}$ , надлежит соблюдать следующее: 1) при движении вытяжного воздуха вверх вытяжные каналы прокладывать во внутренних частях здания (для сохранения темп-ры воздуха); 2) при движении вниз каналы прокладывать в наружных стенах здания (воздух охлаждается и падает вниз). Вытяжные каналы, как и приточные, у выхода из помещения снабжают клапанами с решетками.

Вентиляционные трубопроводы и каналы изготовляют из разных материалов—железа, алебаstra, бетона, кирпича, дерева и др.,—им придают круглую или прямоугольную форму сечения. В зависимости от характера установки трубопроводы имеют простой вид (без разветвлений) или сложный (разветвленный), распределяющий воздух в различных пунктах или отсасывающий его из ряда мест. Трубопроводы для отсасывания пыли, очесов и т. п. делают б. ч. металлические и выполняют их в виде централизованных разветвленных систем (см. *Заводская вентиляция*).

Приточные и вытяжные отверстия. Расположение приточных отверстий д. б. осуществлено так, чтобы движение вводимого в помещение воздуха не было ощутимо для находящихся в нем людей. Если  $t^{\circ}$  приточного воздуха выше  $t^{\circ}$  помещения, ввод его делают несколько выше человеческого роста. Если  $t^{\circ}$  вводимого воздуха равна  $t^{\circ}$  помещения, то приточные отверстия располагают ближе к потолку; если же температура вводимого воздуха ниже комнатной, то приточные отверстия делают непосредственно под потолком. Вытяжные отверстия располагают так, чтобы получался возможно полный обмен воздуха в помещении и чтобы извлечение воздуха производилось ближе к источникам порчи его. В жилых помещениях нужно стремиться к выполнению первого требования. При впуске воздуха сверху помещения и при темп-ре его выше комнатной вытяжные отверстия располагают внизу. При  $t^{\circ}$  вводимого воздуха ниже комнатной вытяжные отверстия лучше располагать в верхней части помещения, т. к. в этом случае впускаемый воздух стремится опуститься вниз, выдавливая испорченный воздух вверх. В тех случаях, когда из помещения требуется удалить как испорченный воздух, так и избыток теплоты (в результате перегрева воздуха помещения), вытяжные отверстия устанавливают внизу и сверху помещения; при этом верхнее отверстие служит для удаления избытка теплоты. Оба отверстия выводят в один и тот же канал и снабжают клапанами. Если воздух вводится

при темп-ре выше комнатной, то вытяжные отверстия м. б. устраиваемы в той же стене, где и приточные; при  $t^\circ$  вводимого воздуха ниже или равной комнатной вытяжные отверстия следует располагать в стенах, противоположных тем, в которых расположены приточные.

Движение воздуха в вентиляционных системах происходит под влиянием сил движущих и сил сопротивления. Движущей силой является давление на ед. поверхности, создаваемое вентиляторами, воздухоудвками и т. п. машинами или соответственными источниками энергии: ветром, разностью  $t^\circ$  и т. п. Это давление  $H$ , измеряемое обычно в мм водяного столба, идет: 1) на создание скоростного напора  $H_0$  и 2) на преодоление сопротивления  $H_2$  в системе, состоящего из:



Фиг. 8.

а) трения в трубах и каналах  $H_p$  и б) местных или особых сопротивлений  $H_2$  входа, выхода, в местах сужения и расширения труб и каналов, в коленах, отводах, клапанах, задвижках, а также в пылевых камерах, фильтрах, циклонах, нагревательных приборах и т. п. частях вентиляцион. системы.

$$H = H_0 + H_2 = H_0 + H_p + H_2 \text{ мм вод. ст.}$$

Скоростный напор выражается так:

$$H_0 = \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma \text{ мм вод. ст.},$$

где  $v$ —скорость движения воздуха в м/сек,  $\gamma$ —уд. в. воздуха в кг/м<sup>3</sup>.

Сопротивление трения. При движении воздуха по воздухопроводам возникают два вида трения: внутреннее—от вихреобразования и от трения частицы о частицу в силу вязкости,—и внешнее трение—между стенкой трубы и частицами протекаю-

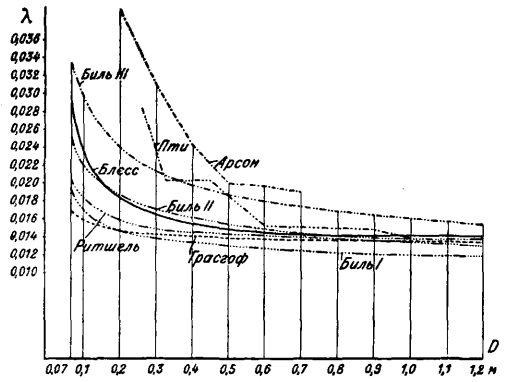
щего воздуха. Для подсчета  $H_p$  практика удовлетворяется следующей опытной ф-лой:

$$H_p = \rho \cdot \frac{U}{F} \cdot l \cdot \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ мм вод. ст.}$$

для труб любого сечения и

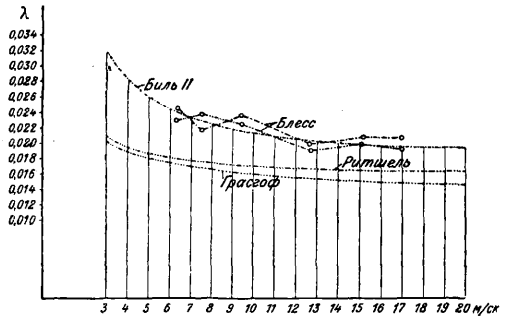
$$H_p = \lambda \frac{l}{D} \cdot \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ мм вод. ст.}$$

для труб круглого сечения, где  $\rho$ —коэффициент трения для труб любого сечения,  $\lambda = 4\rho$ —коэффициент трения для труб кругл. сечения,  $\frac{U}{F}$ —отношение периметра трубы к площади сечения,  $D$ —диам. трубы круглого



Фиг. 9.

сечения в м,  $l$ —длина трубы в м,  $\gamma$ —уд. в. воздуха в кг/м<sup>3</sup>,  $v$ —скорость воздуха в м/сек,  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$ . Величина коэффициента трения является опытной величиной. Значительное влияние на величину коэфф-та трения оказывает степень шероховатости стенок труб, диаметр трубы, скорость протекания воздуха, внутреннее трение. На фиг. 8 изображены изменения коэфф-та трения  $\rho$ , получен. различ. исследователями для стальных каналов и металлич. труб, как функции  $v$  и  $U$ . На фиг. 9—то же для  $\lambda$  при протекании воздуха по металлич. трубам различных диам., но при одной и той же скорости  $v = 16 \text{ м/сек}$ . На фиг. 10—то же для  $\lambda$  в металлич. трубах при различных скоростях



Фиг. 10.

протекания, но одинаковом диаметре  $D = 0,145 \text{ м}$ . Фишер дает для стальных каналов

$$\rho = 0,0007 \text{ до } 0,0004 \left( \frac{1}{v} + 20 \right);$$

Ритшель для чистых каналов и низких скоростей дает

$$\rho = 0,0065 + \frac{0,0604}{U - 48};$$



он же—для металлических трубопроводов:

$$\rho = 0,00309 + \frac{0,00209}{v} + \frac{0,000337}{U} + \frac{0,000878}{vU};$$

Блесс — для металлических трубопроводов:

$$\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{D}$$

Браббе и Братке вывели следующие формулы для подсчета сопротивления трения в круглых трубах:

$$H_p = 6,61 \frac{v^{1,926}}{D^{1,261}} \text{ мм вод. ст.}$$

для  $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$ , 760 мм ртутн. ст. и 20°. Для прямоугольных труб надо в формулу подставлять

$$D_{\text{экв.}} = \frac{2ab}{a+b},$$

где  $a$  и  $b$  — длины сторон сечения канала.

Табл. 5.— Коэффициенты местных сопротивлений.

Сопротивление		$\xi$
Внезапное изменение сечения канала . . . . .		$1 - \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^4$
Внезапное сужение канала . . . . .		$\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^4 - 1$
Сопротивление при входе в конец трубы . . . . .		$c = 0,8$ 1,5
Сопротивление при входе в отверстие в стене . . . . .		$c = 0,85$ 1,0
Сопротивление при входе в трубу с раструбом . . . . .		$c = 0,90$ до 0,95     0,5—0,2
Прямоугольное колено . . . . .		1,5
Прямоугольное закругл. колено . . . . .		1,0
Колено под углом 135° . . . . .		0,8
Решетка: $q = 0,75f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,2$ . . . . .		2,75
Решетка: $q = 0,75f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,5$ . . . . .		2,0
» $q = f$ ; $\frac{q}{Q} = 2,0$ . . . . .		2,0
» $q = f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,5$ . . . . .		1,5
» $q = 1,5f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,2$ . . . . .		1,0
» $q = 1,5f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,5$ . . . . .		0,75
Проволочная решетка $q = f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,6$ . . . . .		0,7
» » $q = 1,5f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,6$ . . . . .		0,3

$c$ —коэффициент сжатия,  $f$ —сечение канала,  $q$ —свободное сечение решетки,  $Q$ —общая поверхность решетки со стороны канала.

Местные сопротивления. Давление, необходимое для преодоления местных сопротивлений:

$$H_{\xi} = H_{\xi_1} + H_{\xi_2} + H_{\xi_3} + \dots = \frac{v^2}{2g} \gamma \sum \xi \text{ мм вод. ст.},$$

где  $\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \dots = \sum \xi$ .

Коэфф-ты местных сопротивлений см. табл. 5.

Браббе считает, что местные сопротивления для металлических труб, имеющих в свету размеры от 50 до 300 мм, составляют 40—60% общего сопротивления и 80—90% для труб от 400 до 1100 мм.

Давление, необходимое для преодоления сопротивления фильтров:

$$H_{\phi} = \frac{mL}{F} \gamma \text{ мм вод. ст.},$$

где  $L$ —количество воздуха в  $\text{м}^3/\text{ч}$ ,  $\gamma$ —уд. в. воздуха в  $\text{кг/м}^3$ ,  $F$ —площадь фильтра в  $\text{м}^2$ ,  $m$ —коэфф. (для бязи 0,024—0,03; для бумази 0,0015—0,002).

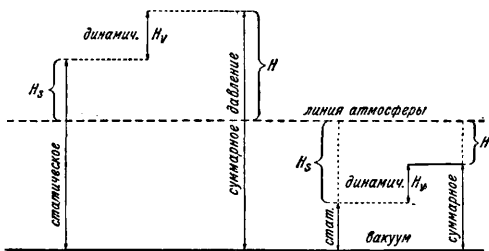
Подробнее об этом изложено у Ритшеля, там же даны величины сопротивления нагрева-тельных приборов.

Измерение давлений, скоростей и определение протекающих количеств воздуха в трубопроводах. Давление  $H$ , которое необходимо создать для перемещения воздуха и преодоления сопротивления в заданной системе, составляется из давления, идущего на создание скорости столба воздуха, так называемого скоростного напора, или динамического давления  $H_v$ , и давления, идущего для преодоления всех сопротивлений, называемого статическим  $H_s$ , т. е.  $H = H_v + H_s$ . Давление  $H_v$  представляет собою кинетическую энергию единицы объема, и выражается следующей ф-лой:

$$H_v = \frac{v^2}{2g}$$

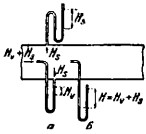
$H_v$  м. б. измерено только в зависимости от направления потока.  $H_s$  м. б. рассматривается как потенциальная энергия; оно распределяется по всем направлениям потока и поэтому м. б. измерено только в направлении, перпендикулярном потоку, т. о., чтобы влияние скорости потока было исключено.  $H$  представляет собой полную энергию единицы объема и измеряется как сумма обоих первых.  $H$  и  $H_s$  обозначают давления по отношению к атмосферному: в случае нагнетания—избыток над атмосферным давлением, при всасывании—разрежение, т. е.

разность между атмосферным и абсолютным давлением (фиг. 11). Давления измеряются водяными и спиртовыми манометрами (см.);

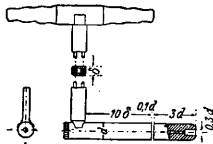


Фиг. 11.

точные измерения (при малых давлениях) производятся при помощи *микроманометров* (см.).  $H$ ,  $H_v$  и  $H_s$  измеряются путем установки манометров, как показано на фиг. 12. Изогнутые трубки *a* и *б* носят название, по имени изобретателя, т р у б о к П и т о. На указан. выше принципе измерений основана конструкция измерительных приборов, при помощи которых можно измерять  $H$ ,  $H_v$  и  $H_s$ . Наиболее известной является трубка Прантля (фиг. 13), она имеет в отогнутом конце канал, начинающийся отверстием в торце, и канал кольцевой формы, идущий вокруг первого и сообщающийся с измеряемой средой при

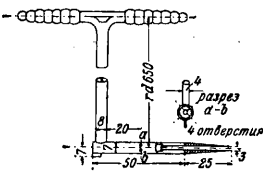


Фиг. 12.



Фиг. 13.

помощи кольцевого выреза; оба канала подводятся к манометру и в зависимости от соединения с ним дают возможность производить необходимые измерения. Другие подобные инструменты вместо кольцевого выреза имеют по окружности несколько отверстий, напр. трубка Браббе (фиг. 14) и Тейлора (фиг. 15). Все эти инструменты, как показано на фиг. 12 (*a* и *б*), помещаются в поток против движения его; каждый инструмент имеет свой поправочный коэффициент. Напорная шайба (фиг. 16) служит для измерения скоростных напоров  $H_v$ , а вместе с тем и скоростей  $v$ . При измерении шайба опу-



Фиг. 14.



Фиг. 15.

скается плоской стенкой перпендикулярно потоку (фиг. 17). На шайбу со стороны потока действует давление

$$H = H_s + H_v = H_s + \frac{v^2}{2g} \gamma;$$

а с задней стороны—давление  $H_s$ , уменьшенное на некоторую величину, пропорциональную скоростному напору  $H_v$ , т. е.

$$H_s - \beta H_v = H_s - \beta \frac{v^2}{2g} \gamma;$$

манометр, присоединенный к шайбе, покажет:

$$H'_v = H_s + \frac{v^2}{2g} \gamma - H_s + \beta \frac{v^2}{2g} \gamma;$$

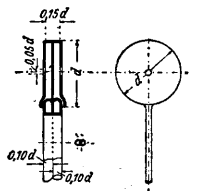
$$H'_v = (1 + \beta) \frac{v^2}{2g} \gamma.$$

Для шайбы Рекнагеля  $\beta = 0,37$ ; для шайбы Крелсена  $\beta = 0,372$ . Скорость  $v$  определяется из выражения:

$$v = \sqrt{\frac{2gH'_v}{(1+\beta)\gamma}}.$$

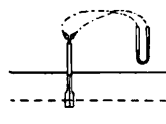
Скорость также м. б. измерена при помощи *анемометров* (см.). Измерение протекающих количеств производится при помощи трубки Вентури, шайб и специальных сопел.

Измерение протекающих количеств путем измерения потери на трение в трубопроводе. За последнее время определение количества протекающего воздуха в трубопроводе производится также при помощи измерения трения в трубе. Целым рядом работ видные европейск. инженеры доказали, что этот способ дает вполне точные результаты и не требует никаких сложных приборов и приспособлений. Для измерения этим способом требуется прямая труба длиной 2—3 м (фиг. 18); при этом измеряемый участок берется равным 1,5 м. На этом расстоянии просверливаются два отверстия, к-рые, для предотвращения искажения измерения давления от движения потока, должны быть диаметра 1,5 мм. Во избежание же влияния вихрей эти отверстия должны находиться от концов трубы, где помещаются решетки, служащие для выпрямления потока, на расстоянии не менее 0,5 м. Труба д. б. расположена горизонтально, и отверстия д. б. направлены вниз; отверстия соединяются с U-образным манометром, наполненным алко-



Фиг. 16.

голем. В виду того, что алкоголь со временем принимает из воздуха влагу, необходимо перед каждым опытом проверять его уд. вес. Измерение описываемым способом может производиться во время работы установки. Этим прибором измеряется статич. давление. Как известно, потеря давления на трение выражается равенством:



Фиг. 17.

$$\Delta p = H_{o1} - H_{o2} = \rho \frac{U}{F} l \frac{v^2}{2g} \gamma,$$

для круглого сечения:

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{D} \frac{v^2}{2g} \gamma;$$

откуда получаем  $v$  и  $G$  ( $G$ —вес возд. в кг/сек):

$$v = \sqrt{\frac{2gD\Delta p}{\lambda l \gamma}}, \quad G = Fv\gamma = \frac{\pi}{4} D^2 \gamma \sqrt{\frac{2gD\Delta p}{\lambda l \gamma}};$$

величина  $\lambda$  берется по данным опытов,  $F$ —сечение трубы. Якоб и Омбек дают ф-лу для определения  $\lambda$  в зависимости от скорости потока  $v$  (см/сек), диаметра  $D$  см трубы, от модуля вязкости  $\nu$  протекающего тела,

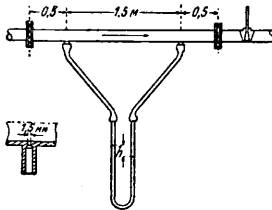
также в нек-рой степени от  $t^\circ$  и в значительной степени от абсолютного давления в трубопроводе. Эта формула имеет вид:

$$\lambda = 0,3272 \left( \frac{\nu}{v \cdot D} \right)^{0,253}$$

Для приближенных расчетов при гладких медных трубах может применяться формула

$$\lambda = 0,3272 \sqrt[4]{\frac{\nu}{v \cdot D}}$$

где  $\nu = \frac{\eta}{\gamma}$  — абсолютный модуль вязкости, а  $\eta$  — абсолютный коэффициент вязкости.



Фиг. 18.

Эта формула отвечает определенной степени шероховатости поверхности. Так как в большинстве вентиляционных установок трубопроводы делаются из гладких железных листов, то в этих случаях приведенные выше формулы для  $\lambda$  также применимы (для шероховатых труб Омбеком выведена специальная формула).

Движение воздуха в системе под влиянием разности  $t^\circ$ . Если в вертикальн. канале высотой  $h$  м темп-ра воздуха  $t_i$  больше темп-ры наружного воздуха  $t_a$ , то столб воздуха с температурой  $t_i$  и удельным весом  $\gamma_i$  будет легче столба с температурой  $t_a$  и уд. весом  $\gamma_a$  и разность весов создаст давление, необходимое для перемещения столба воздуха (фиг. 19):

$$H = h\gamma_a - h\gamma_i = h(\gamma_a - \gamma_i)$$

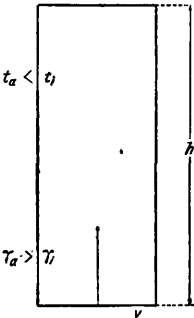
или, относя к  $0^\circ$ , получаем:

$$H = h \left( \frac{1}{1 + \frac{t_a}{273}} - \frac{1}{1 + \frac{t_i}{273}} \right) \cdot 1,293 \text{ мм вод. ст.};$$

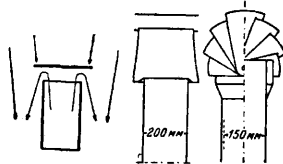
$\gamma = 1,293$  (при  $0^\circ$ ). На этом принципе и производится расчет вентиляционных систем, где движущей силой является разность  $t^\circ$ .

Движение воздуха от действия нагнетательн. и всасывающих головок.

Использование скорости ветра для В. производится при помощи так называемых дефлекторов и флюгарок.



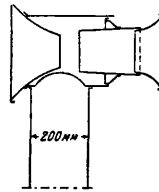
Фиг. 19.



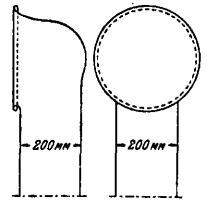
Фиг. 20. Фиг. 21 и 22.

Эти головки (из чугуна или железа) устанавливаются на вытяжных каналах на крыше; дефлекторы устанавливаются неподвижно, флюгарки имеют возможность поворачиваться под действием ветра. Действие ветра создает всасывание у отверстия головки и тем самым производит перемещение воздуха. В нек-рых случаях дефлекторы устанавливаются вручную (на пароходах) против воз-

душных токов и т. б. создают нагнетание наружного воздуха в помещении. Существует большое количество конструкций тех



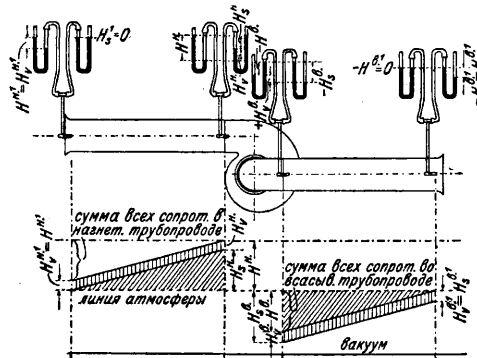
Фиг. 23.



Фиг. 24.

и других головок. На фиг. 20, 21 и 22 изображены всасывающие неподвижные головки, на фиг. 23 — подвижная головка, а на фиг. 24 — нагнетательная головка.

Движение воздуха в системе от действия механиз. сил при помощи В. Преодоление больших сопротивлений в системах, т. е. создание давлений больших, чем те, к-рые м. б. созданы вышеописанными способами, достигается при помощи *вентиляторов* (см.). Выбор вентилятора для заданной системы производится в зависимости от сопротивлений, к-рые ему приходится преодолевать во всасывающей линии или в нагнетательн. или в обеих вместе, и в зависимости от количества воздуха,



Фиг. 25.

подлежащего перемещению. На фиг. 25 показана установка вентилятора во всасывающей и в нагнетательной системах и графически изображены сопротивления и скорости, напоры, существующие в системе. Ясно, что вентилятор должен создать давление:

$$H = H^a + H^b = H^a + H_v^a + H_s^b - H_v^b,$$

где  $H^a$  и  $H^b$  — суммарное давление в нагнетательной части и  $H^c$  — во всасывающей,  $H_s^b$  — статическое давление в нагнетательной части, а  $H_v^a$  и  $H_v^b$  — во всасывающей,  $H_v^a$  — скоростной напор в нагнетательной части, а  $H_v^b$  и  $H_v^c$  — во всасывающей. При этом  $H^a = H_s^a + H_v^a$  и  $H^b = H_s^b - H_v^b$ .

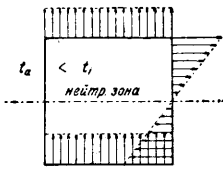
При работе вентилятора только на всасывающую сеть, давление

$$H = H_s^c - H_v^c + H_v^c = H^c + H_v^c.$$

При работе вентилятора только на нагнетательную сеть

$$H = H_s^d + H_v^d = H^d.$$

Изменение давления в закрытом помещении и нейтральная зона. Давление в каждом закрытом помещении устанавливается в зависимости от того, каким путем осуществляется В. его. Так, наприм., при естественной В. и темп-ре закрытого помещения  $t_i$  выше температуры наружного воздуха  $t_a$ , т. е.  $t_i > t_a$ , при наличии проницаемости внешних ограждений, давление в помещении устанавливается согласно фиг. 26. При обратных  $t^\circ$ -ных условиях соответственно изменяется направление стрелок. Ясно, что на нек-рой высоте от пола должна находиться зона равных давлений с наружной и внутренней стороны боковых ограждений; эта зона называется нейтральной.



Фиг. 26.

При искусствен. вентиляции нейтральная зона устанавливается в зависимости от задания и является функцией выбираемого режима В. Если, наприм., приток и извлечение воздуха в закрытом помещении будут равны, то нейтральная зона установится посредине высоты помещения, в противном же случае, в виду изменения давления в помещении, положение нейтральной зоны соответственно изменится.

Обслуживание и регулирование вентиляционных установок. Для управления большими вентиляционными системами все регулирующие, обслуживающие и указательные приборы помещаются в одном центральном помещении. В этом помещении размещаются дальномерные термометры, дальномерные манометры, приборы для измерения количеств воздуха, регулирующие приспособления для вентиляторов, амперметры, вольтметры и пусковые приспособления для вентиляторных моторов, приспособления для обслуживания клапанов на расстоянии. В последнее время за границей вентиляционные системы оборудуются приборами для автоматической регулировки системы в виде термостатов, которые управляют ближайшими к ним вентиляционными приборами.

Расчет каналов и трубопроводов. Существует несколько принципов расчета каналов и трубопроводов, на основании которых разработан ряд методов расчета; они изложены у Чаплина, Ритшеля и других. Расчет разветвленных трубопроводов и каналов по принципу эквивалентных отверстий методом Блесса—см. *Заводская вентиляция*.

Лит.: Астафьев А. Ф., Инженерный календарь на 1928 г., Л., 1928; Аше В., Отопление и вентиляция фабричных и заводских зданий, сборн. «Устройство пром. предприятий», стр. 103, Л., 1926; Яковенко В. Я., Вентиляция пром. заведений с точки зрения гигиены, там же, стр. 86; Аверьянов А. Г. и Гурвич Б. И., Проблема обеспыливания в практике ленинградской пром-сти, «Труды научно-исследовательск. секции охраны труда Ленингр. ГОТ», т. 1, вып. 1, 2, стр. 346, Л., 1927; Вигдорчик Е. А., Строганов В. В. и Тетеревников Н. Н., К вопросу об определении скорости движения воздуха по кататермометру, там же, стр. 315; Верховский В., Тяжелые шкафы, СИБ, 1908; Грамберг А., Технические измерения при испытании машин и контроле их в производстве, М., 1927; Гартман К.,

Вентиляция пром. заведений, пер. с нем., М., 1926; Гофман В. Л., Фабрично-заводская архитектура, ч. 2, Ленинград, 1928; Закута М. Л., Вентиляция, вып. 1, 2, Л., 1926, и М., 1927; Зотов П. П., Вентиляция на фаб.-зав. предприятиях, М., 1927; Лапшин Б. С., Справочник по центральным системам отопления и вентиляции, Москва, 1927; Ландер С. Х., Вентиляция и увлажнение на текстильных фабриках, пер. с английск., Ив.-Вознесенск, 1926; Павловский А. К., Курс отопления и вентиляции, ч. 1, 2, 5 изд., М.—Л., 1923—24; Туркус В. А. и Лихущин Н. М., Расчет разветвленных трубопроводов пром. вентиляции и пневматическ. транспорта материалов по Блессу, перераб. с немецк., вып. 1, 2, Москва, 1926—27; и также, Определение мощности вентилятора по потерям в трубопроводе, выпуск 3, Москва, 1927; Хлопин Г. В., Трудовой режим и профессиона. вредности, Л., 1926; Чаплин В. М., Курс отопления и вентиляции, вып. 2, 2 изд., М., 1928; Гладков Н. Г., К расчету воздухопроводов при вентиляционных установках, «Вестн. Моск. об-ва техн. наук», М., 1925, 1; Подюкин В. В., Новый метод расчета трубопроводов вентиляционных и водяных, СИБ, 1915; Ильинский П., Автоматич. приборы управления вентиляц. и тепловыми устройствами, «Предприятие», М., 1927, 11; Blaess V., Die Strömung in Röhren und d. Berechnung weitverzweigter Leitungen und Kanäle, München, 1911; Dietz L., Lehrbuch der Lüftungs- und Heizungs-Technik, München, 1920; Gronwald E., Zentrifugal-Ventilatoren, Berlin, 1925; Kröner R., Versuche über Strömungen in stark erweiterten Kanälen, «Mitteil. über Forschungsarbeiten usw.», B., 1920, H. 222; Kumbuch H., Messung strömender Luft mittels Stageräten, «Mitteil. über Forschungsarbeiten usw.», B., 1924, H. 240; Lang C., Über natürliche Ventilation und Porosität v. Baumaterialien, Stuttgart, 1877; Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren, VDI, B., 1926; Recknagel's Kalender für Gesundheits- und Wärme-Technik, München, 1927; Rietschel H., Leitfaden der Heiz- u. Lüftungstechnik, B. 1, 2, 7 Aufl., Berlin, 1925; Schiller L., Untersuchungen über laminare und turbulente Strömung, B., 1922, «Mitteil. über Forschungsarbeiten usw.», H. 248; Wiesmann E., Die Ventilatoren, B., 1924; Behrens H., Die einheitliche Berechnung von Rohrleitungen aller Art, «Gesundheits-Ingenieur», München, 1926, Jg. 49, H. 12; Vrabée K., Rohrnetzrechnungen in d. Heiz- u. Lüftungstechnik, 2 Aufl., B., 1918. В. Туркус.

✓ **Вентиляция рудничная**, проветривание горных выработок,—правильное и равномерное снабжение свежим воздухом всех частей рудника. Цель проветривания: поддержание дыхания людей и животных и горения ламп; борьба: а) с высокой  $t^\circ$  и влажностью в подземных выработках, б) с рудничными пожарами, в) взрывами гремучего газа и г) с удушливыми и ядовитыми газами.

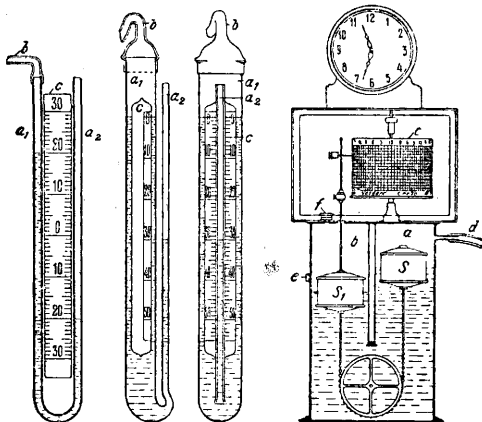
Наполняющую подземные горные выработки смесь газов—рудничную атмосферу, или рудничный воздух, называют чистой или свежей, если она по своим свойствам близка к воздуху на поверхности земли, в противном случае—тяжелой или удушливой; если рудничный воздух содержит ядовитые газы, то это—атмосфера ядовитая, и, наконец, если в числе примесей есть и горючие газы, обладающие способностью взрываться, то рудничный воздух называется гремучим. Поступающий в рудник атмосферный воздух, проходя через горные выработки, изменяется качественно и количественно в отношении своих составных частей. В нем уменьшается содержание кислорода, который поглощается дыханием людей, животных, горением ламп, гниением органических веществ (дерева, угля, экскрементов), окислением серного колчедана и т. д., и, вместе с этим, рудничный воздух обогащается углекислотой ( $\text{CO}_2$ ). Последняя поступает от указанных процессов дыхания, горения, гниения, а также выделяется из пор угля и окружающих пород, от взрывных

работ и от различных случайных причин (рудничные пожары, взрывы гремучего газа, каменноугольной пыли и т. п.). Воздух, содержащий менее 17% кислорода, вместо обычных 20,96%, считается для дыхания негодным, хотя признаки затрудненного дыхания появляются лишь при наличии 12% кислорода и менее. Свеча тухнет в воздухе, содержащем 17,5% кислорода. При наличии в воздухе  $\text{CO}_2$  ок. 1,5% трудно зажечь рудничную лампу, при 2,8%  $\text{CO}_2$  свеча тухнет, затрудненное же дыхание начинает сказываться лишь при 3%  $\text{CO}_2$ . Смертельным является содержание ок. 12—15%  $\text{CO}_2$ , при чем углекислота, образовавшаяся от дыхания, более ядовита, нежели получившаяся от других причин. По данным различных исследователей (Шондорф, Брукман и др.), в рудниках от дыхания образуется углекислоты в 10—20 раз меньше, чем от других причин. Кроме углекислоты в рудничном воздухе встречаются и ядовитые газы: окись углерода (CO), сернистый газ ( $\text{SO}_2$ ), сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и некоторые другие, получающиеся от действия рудничных вод на минеральные соли, от процессов разложения солей. В каменноугольных рудниках часто встречается рудничный, или гремучий, газ, представляющий собой смесь  $\text{CH}_4$  с различными углеводородами, углекислотой и азотом. Гремучий газ сам по себе не вреден, но опасен потому, что с кислородом воздуха образует взрывчатую смесь (см. Гремучий газ, Взрыв пыли каменноугольной). Кроме примеси различных газов рудничный воздух обычно бывает загрязнен присутствием минеральной пыли. Каменноугольная пыль угольных рудников, помимо загрязнения рудничного воздуха, опасна тем, что мельчайшие частички угля, пропитанные углеводородами, углекислотой, кислородом и т. д., в смеси с воздухом, так же, как и гремучий газ, создают условия благоприятные для взрыва.

Количество воздуха, к-рым должен снабжаться рудник, устанавливается особыми правилами. Русские «Правила безопасности при ведении горных работ», изд. 1925 г., требуют не менее  $1 \text{ м}^3$  воздуха в 1 м. на каждом подземного рабочего. Рудники с выделением гремучего газа разделяются этими «Правилами» на 3 категории: к первой категории относятся рудники, выделяющие на 1 т суточной добычи не более  $9 \text{ м}^3$  гремучего газа, считая по анализу общей исходящей струи, ко второй—рудники, выделяющие  $9—18 \text{ м}^3$  гремучего газа и к третьей—рудники с выделением более  $18 \text{ м}^3$  на 1 т суточной добычи. Количество воздуха на 1 т суточн. добычи для рудников первой категории д. б. не менее  $1,5 \text{ м}^3$  и во всяком случае не менее  $2,5 \text{ м}^3$  на каждого человека в минуту, для 2-й категории—не менее  $2 \text{ м}^3$  на 1 т суточной добычи и не менее  $3 \text{ м}^3$  на человека в м. и для 3-й категории—не менее  $2,5 \text{ м}^3$  на 1 т добычи и не менее  $3,5 \text{ м}^3$  на одного подземного рабочего, при чем содержание гремучего газа в общей исходящей струе во всех случаях не должно превышать 1%. На каждую лошадь во всех случаях полагается воздуха в 4 раза больше, чем на человека. Количество воздуха долж-

но рассчитываться всегда с запасом на 25—50%. В общем, чем больше воздуха будет поступать в рудник, тем выгоднее: расход на вентиляцию падает весьма небольшой цифрой на 1 т добычи, производительность же рабочего значительно увеличивается.

Движение воздуха в руднике. Депрессия; ее непосредственное измерение. Для проветривания горных выработок требуется непрерывное течение струи воздуха; необходимо, чтобы рудник сообщался с поверхностью не менее чем двумя выходами: одним—для подачи свежего воздуха, другим—для удаления испорченного. Воздух обычно поступает в рудник через подъемную шахту, проходит горные выработки и, насыщенный вредными примесями, направляется ко второй вентиляционной шахте, по которой выходит на поверхность. Это движение воздуха, или тяга, как и всякое движение, получается в результате нарушения равновесия, которое в данном случае создается разностью давлений со стороны струи, входящей в рудник и покидающей его. Т. к. воздух всегда стремится восстановить это нарушенное равновесие, которое может поддерживаться естественным или искусственным путем, то течение воздуха будет продолжаться непрерывно. Так обр. для движения воздуха по выработке необходимо всегда иметь некую разность давлений между входным и выходным отверстиями этой выработки. Эту разность давлений принято называть депрессией выработки или рудника (если речь идет о руднике в целом). Практически давление воздушной струи определяют высотой столба не по ртутной шкале, где деления слишком мелки и недостаточно точно и резко отмечают колебания, а по шкале водяных манометров различных конструкций. Каждый мм деления шкалы водяного манометра соответствует давлению 1 кг на  $1 \text{ м}^2$ . Обыкновенный депрессионный манометр (фиг. 27) состоит из стеклянной наполненной



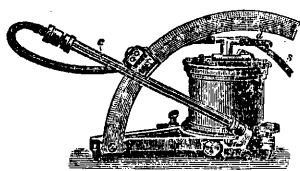
Фиг. 27.

Фиг. 28.

Фиг. 29.

водой U-образной трубки  $a_1 a_2$ , между коленами к-рой помещается шкала с. Один конец трубки при помощи резинового рукава  $b$  соединяют с пространством, в котором желают измерить депрессию, а второй оставляют

открытым. Шкала разделена так, что нуль помещен в середине и счет делений идет от него вверх и вниз. Нулевое деление обычно устанавливается на высоте горизонта жидкости, когда она в обоих коленях стоит на одном уровне. Отсчеты берут, складывая показания обоих колен. Более совершенную конструкцию представляет манометр Русселя с плавающей шкалой (фиг. 28), которая так погружена в воду, что нулевое деление ее всегда совпадает с поверхностью жидкости. Трубка  $a_1$  помощью резинового рукава  $b$  соединяется с испытываемым пространством, а  $a_2$  — с атмосферой. Кроме указанных типов существует еще целый ряд самопишущих измерителей депрессии, из которых в рудничной практике наиболее известен депрессиометр Охвата (фиг. 29). Здесь вместо двух трубок имеется довольно широкий сосуд, разделенный на две равные части  $a$  и  $b$  перегородкой, не доходящей до дна. В каждом отделении имеется поплавок ( $S$  и  $S_1$ ); поплавки снизу под водой связаны между собой цепочкой. Пространство поверх поплавка  $S$  через патрубок и рукав  $d$  соединяется с исследуемым пространством, а пространство поверх поплавка  $S_1$  — с атмосферой. К поплавку  $S_1$  прикреплен стержень с карандашом, к-рый чертит кривую на барабане  $c$ , вращающемся при помощи часового механизма. Благодаря такому приспособлению каждый мм вертикальной высоты кривой линии соответствует 2 мм депрессии, а время, т. е. дни и часы, определяются по горизонтальным делениям сетки. При равновесии горизонт воды в приборе находится на высоте штифта  $e$ . Отверстие  $f$  служит для наполнения сосуда водой. На передней стенке измерителя помещается обыкновенный



Фиг. 30.

манометры, дающие точность измерения до 0,01 мм вод. ст. и выше. На фиг. 30 представлен микроманометр, изготовляемый фирмой Р. Фюс (R. Fuess, Steglitz—Berlin). Одно из сечений выработки, в которой измеряется депрессия, соединено резиновым рукавом  $d$  с широким сосудом  $A$ , представляющим собой одно из колен U-образной трубки; вторым коленом служит узкая наклонная стеклянная трубка  $c$ , сообщающаяся при помощи резинового рукава  $s$  со вторым сечением выработки. При значительном поперечном сечении сосуда  $A$ , сравнительно с трубкой  $c$ , уровень жидкости (обычно — подкрашенного спирта) в сосуде меняется незначительно, в то время как в наклонной трубке с эти мало заметные колебания давления отсчитываются довольно легко.

Измерение количества и скорости воздуха. Для определения количества поступающего в данную выработку воздуха измеряют в каком-либо сечении выработки среднюю скорость воздушной струи;

умноженная на площадь данного сечения, она даст количество воздуха, проходящего в секунду. Скорость воздушной струи измеряется особыми приборами, построенными на принципе трубки Пито, или анемометрами. Приборы первого рода основаны на следующем. Загнутая под прямым углом трубка одним концом вводится в струю воздуха, а вторым концом соединяется с манометром. Показания манометра будут различны в зависимости от направления трубки; при наклонении ее против движения струи манометр показывает сумму статическ. и динамического напора; если загнутое колено направлено по движению струи, он покажет разность напоров. Если поставить трубку поперек струи, то манометр показывает ординарный динамический напор, и тогда скорость воздуха м. б. определена по ф-ле:

$$v = \sqrt{\frac{2gm}{\delta}}$$
 где  $v$  — скорость воздуха в м/сек,  $g$  — ускорение силы тяжести (9,81 м/сек<sup>2</sup>),  $m$  — манометрич. разность давлений в мм водяного столба,  $\delta$  — плотность воздуха. Приборы второго рода — анемометры — представляют собой вертушки, к-рые струей воздуха приводятся во вращательное движение; по числу оборотов вертушки в единицу времени можно судить о скорости воздуха (см. Анемометр). Для определения средней скорости течения воздуха по выработке анемометр помещают в различных частях ее сечения и из полученных отсчетов выводят среднее. Иногда употребляют анемометр с часовым механизмом; прибор автоматически в определенное время включает в работу и по истечении заданного промежутка времени также автоматически выключается. Кроме упомянутых, в рудничной практике применяется еще целый ряд конструкций измерителей скорости воздуха, например дифференциальный анемометр Шульца, измеритель Бруина, Эллингауза и другие.

Определение депрессии вычислением. Сопротивление движению воздуха. Единицы сопротивления. Для определения депрессии в настоящее время пользуются исключительно эмпирич. ф-лами. Причина этого заключается в чрезвычайной трудности построения рациональной теории движения рудничного воздуха по выработкам, связанной с учетом многочисленных и разнообразных явлений; проникнуть в их сущность путем точного математического анализа пока не представляется возможным в виду непостоянства самой природы этих явлений. Из ряда эмпирических формул, предложенных для определения депрессии, наиболее распространенной является формула Жирара-Дабюиссона (Girard d'Abouisson):

$$h = \beta \cdot \frac{P \cdot L}{S} \cdot \frac{v^3}{2g} \cdot \delta,$$

где  $h$  — депрессия в мм водяного столба, или в кг/м<sup>2</sup>,  $\beta$  — эмпирич. коэфф.,  $L$  — длина выработки в м,  $P$  — периметр поперечного сечения в м,  $S$  — площадь поперечного сечения в м<sup>2</sup>,  $v$  — средняя скорость движения воздуха в м/сек,  $g$  — ускорение силы тяжести и  $\delta$  — плотность рудничного воздуха. Обычно, относя плотность  $\delta$  к средней плотности рудничного воздуха  $\delta_0$  и считая это отношение

равным единице:  $\frac{\delta}{\delta_0} = 1$ , обозначают  $\beta \cdot \frac{\delta}{2g} = \alpha$ . Тогда формула получает более простое выражение для непосредственного вычисления по ней депрессии, а именно:

$$h = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S} \cdot v^2.$$

Обозначая количество воздуха, протекающего через данную выработку в 1 ск., через  $Q \text{ м}^3$ , и, заменяя  $v$  через  $\frac{Q}{S}$ , получим:

$$h = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3} \cdot Q^2.$$

В таком виде формула применяется наиболее часто. Коэффициент не является величиной строго постоянной; на практике обычно пользуются средними его значениями, установленными эмпирически, для разных выработок.

Величина коэффициента  $\alpha$ , применяемого в формуле для определения депрессии.

Название горных выработок	Без крепления	Крепление		
		бетонном	каменем	деревом
Шахты . . . . .	—	0,0002	0,0010	0,0025
Штреки и квершлагги . . . . .	0,0009	0,0002	0,0002	0,0004
Очистные забои . . . . .	—	—	—	0,0025

Для гладких труб из листового железа имеем:

для диам. 300 мм . . . . .	$\alpha = 0,00040$
» » 400 » . . . . .	$\alpha = 0,00030$
» » 500 » . . . . .	$\alpha = 0,00025$
» » 600 » . . . . .	$\alpha = 0,00020$

Для рудников, взятых в целом, по Девилье,  $\alpha = 0,0018$ . Множитель  $\alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3}$  называется потенциалом, или удельным сопротивлением, и обозначается обычно через  $R$ ; тогда  $h = RQ^2$ .

Удельным сопротивлением, или потенциалом, можно характеризовать не только каждую выработку в отдельности, но и весь рудник в целом; т. е.  $R$  почти всегда представляет собою дробь, то, чтобы упростить вычисление, Пти (Petit) была предложена другая единица измерения сопротивления — мюрг ( $m$ ), в 1000 раз большая  $R$ , т. е.  $m = 1000 R$ , и, следовательно,  $h = \frac{m \cdot Q^2}{1000} \text{ мм}$ .

Другим исследователем, Гибалем (Guibal), была предложена единица сопротивления температур ( $T$ ), равная обратной величине удельного сопротивления, т. е.  $T = \frac{1}{R}$ , и, следовательно,  $h = \frac{Q^2}{T} \text{ мм}$ . Совершенно особой представляется единица измерения, предложенная Мюргом (Murgue) и названная им эквивалентным отверстием. Под этим термином разумеется воображаемое круглое отверстие в тонкой стенке, представляющее собой то же сопротивление движению данного количества воздуха, какое представляет и данная выработка. Т. о. численной величиной площади эквивалентного отверстия можно характеризовать сопротивление выработки движению по ней воздуха. Площадь эквивалентного отверстия  $A$  в  $\text{м}^2$  вычисляется по ф-ле  $A = 0,38 \frac{Q}{\sqrt{h}}$ . Чем  $A$  боль-

ше, тем легче проветривание рудника и наоборот. В настоящее время трудными для проветривания считаются рудники, имеющие  $A < 1 \text{ м}^2$ , средними — при  $A = 1-2 \text{ м}^2$  и легкими — имеющие  $A > 2 \text{ м}^2$ .

Система соединения проводов воздуха и их расчет. Если выработки, служащие проводами воздуха, последовательно идут одна за другой, не имея боковых ответвлений, то такое сочетание их носит название системы последовательного соединения проводов. Потенциал системы последовательного соединения выработок равен сумме потенциалов отдельных проводов, составляющих систему. Если потенциал системы, выраженный через удельное сопротивление, назовем через  $R$ , а удельное сопротивление последовательно следующих один за другим проводов — через  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ , то

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n.$$

Заменяя все  $R$  через мюрги, имеем:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n;$$

то же в температурах:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3} + \dots + \frac{1}{T_n},$$

и, наконец, в эквивалентных отверстиях:

$$\frac{1}{A^2} = \frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2} + \frac{1}{A_3^2} + \dots + \frac{1}{A_n^2}.$$

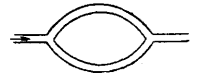
Так как количество воздуха, проходящего через каждую выработку, здесь будет одно и то же, то, назвав секундный дебит воздуха через  $Q \text{ м}^3$ , получим:

$$RQ^2 = R_1Q^2 + R_2Q^2 + \dots + R_nQ^2,$$

или

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n,$$

т. е. депрессия системы последовательного соединения проводов воздуха равна сумме депрессий отдельных проводов, составляющих систему. Если две или несколько выработок, являющихся проводами воздуха, имеют одно общее устье и одно общее выходное отверстие, при чем, кроме этих двух пунктов, отдельные выработки не связаны между собой никакими дополнительными проводами, то такое сочетание выработок носит название системы параллельного соединения проводов (фиг. 31). Отдельные выработки системы в этом случае называются ветвями. По числу ветвей системы м. б. двухпроводными, трехпроводными и т. д.



Фиг. 31.

Если каждая ветвь параллельной системы представляется одним неразветвляющимся проводом, она называется простой, в противном случае — сложной. Общее сопротивление для простой  $n$ -проводной системы параллельного соединения проводов в различных единицах выразится следующим образом: в удельном сопротивлении

$$\frac{1}{\sqrt{R}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{R_n}},$$

в мюргах

$$\frac{1}{\sqrt{m}} = \frac{1}{\sqrt{m_1}} + \frac{1}{\sqrt{m_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{m_n}},$$

в температурах

$$\sqrt{T} = \sqrt{T_1} + \sqrt{T_2} + \dots + \sqrt{T_n},$$

в эквивалентных отверстиях

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n,$$

где слагаемые, стоящие в правых частях равенств, представляют собой сопротивления отдельных ветвей системы, выраженные в различных единицах сопротивления. Для определения количества воздуха  $q_k$ , к-рое пойдет по какому-либо проводу порядкового номера  $k$  простой параллельной системы, служат ф-лы в зависимости от того, в каких единицах выражено сопротивление:

$$q_k = \sqrt{\frac{R}{R_k}} \cdot Q = \sqrt{\frac{m}{m_k}} \cdot Q = \sqrt{\frac{T_k}{T}} \cdot Q = \frac{A_k}{A} \cdot Q,$$

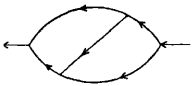
где  $Q$ —общее количество воздуха, поступающего в систему, а остальные буквы имеют прежнее значение. Депрессия параллельной системы проводов в целом, очевидно, будет равна депрессии любого из проводов систем. При расчете проветривания при естественном распределении воздуха в сложной параллельной системе, последнюю предварительно приводят к простой, заменяя каждое разветвление боковой ветви одним, так наз. ф и к т и в н ы м, или воображаемым, проводом, сопротивление которого эквивалентно сопротивлению разветвления. Это сопротивление фиктивного провода подсчитывается обычным способом по одной из приведенных выше формул. Когда сложная параллельная система будет приведена к простой, она разрешается элементарно. Если в параллельное соединение проводов воздуха включаются дополнительные провода, соединяющие боковые ветви, то система приобретает название д и а г о н а л ь н о й (фиг. 32). При этом диагональным проводом система называется простой диагональной, при большем числе—сложной. Расчет проветривания при диагональном соединении проводов воздуха, особенно в сложных диагональных системах, представляется весьма затруднительным и осуществляется обычно по тому или друго-

му приближенному методу. Кроме перечисленных наиболее часто встречающихся систем проводов воздуха, на практике при проветривании рудников могут быть вообще какие угодно сочетания проводов воздуха; расчет этих последних если и возможен, то только как грубо приближенный или ориентировочный.

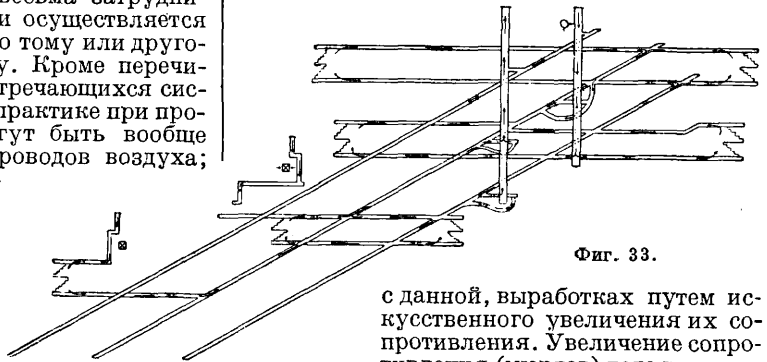
Ветвление воздушной струи и его значение. В небольших рудниках подземные горные работы нередко последовательно омываются одной струей. В больших рудниках эта система проветривания не пригодна, т. к. при ней сечение выработка может оказаться недостаточным для пропуска большого количества воздуха, нужного для рудника (наибольшая допустимая скорость движения струи по русским «Правилам безопасности» не д. б. > 6 м/сек); кроме того при последовательном проветривании воздух будет доставляться в достаточной степени испорченным. Для предотвращения этих неудобств прибегают к

ветвлению струй, которое обычно начинается уже у самой шахты (фиг. 33). Воздух распределяется при помощи квершлагов или гензков по отдельным пластиам свиты, далее по штрекам направляется в правое и левое крылья работ, где так же ветвится отдельными струями по забоям работ. Омыв все горные выработки и работы, струи воздуха начинают постепенно сливаться вместе, образуя у вентиляционной шахты один общий поток, который выносится наружу. Преимуществами ветвления воздушных струй при проветривании рудника следующие: 1) является возможность разбавлять испорченный у забоев воздух каждый раз новыми подводными струями, 2) можно понижать температуру и влажность воздуха, 3) при ветвлении скорость движения воздуха м. б. урегулирована в желаемых пределах, что особенно важно для газовых и пыльных пластов, 4) ветвление понижает депрессию и облегчает работу вентилятора, 5) различные нарушения в движении воздуха (например обрушение кровли и т. п.) отражаются только на том участке, где это нарушение произошло, и 6) ветвление дает возможность легкой изоляции участка в случае пожара, без нарушения проветривания остальных частей рудника и т. д.

Регулирование количества воздуха, протекающего по горным выработкам. Для установления нужного направления воздушных струй и целесообразного распределения количества воздуха по выработкам прибегают к регулированию воздуха. Сокращение количества протекающего по выработке воздуха достигается путем искусственного увеличения сопротивления этой выработки движению по ней воздуха. Наоборот, увеличение количества воздуха, протекающего через данную выработку, достигается за счет уменьшения воздушных дебитов в других, сопряженных



Фиг. 32.



Фиг. 33.

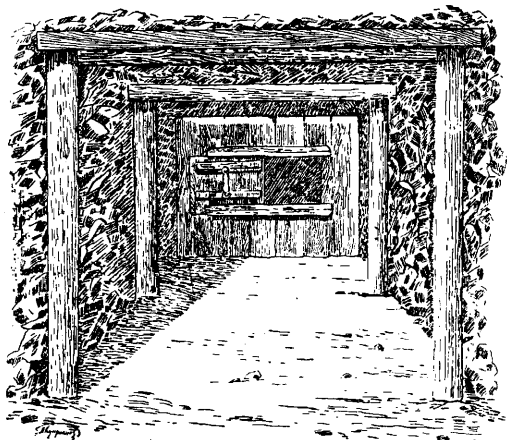
с данной, выработкой путем искусственного увеличения их сопротивления. Увеличение сопротивления (моргов) того или иного провода в вентиляц. практике достигается постановкой в выработку регулирующего окна, под которым разумеют отверстие в перемычке, поставленной поперек выработки и суживающей живое сечение этой последней до сечения окна; размеры окна определяются по формулам:

$$x = \frac{q \cdot S}{0,65 \cdot q + 2,63 S \cdot \sqrt{h_x}} \text{ м}^2$$

или  $x = \frac{S}{0,65 + 0,093 S \cdot \sqrt{m_x}} \text{ м}^2;$

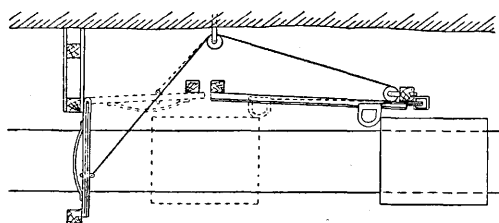


здесь  $x$  — искомое сечение регуляционного окна в  $m^2$ ,  $q$  — количество воздуха, которое должно итти по данной выработке в  $m^3/сек.$



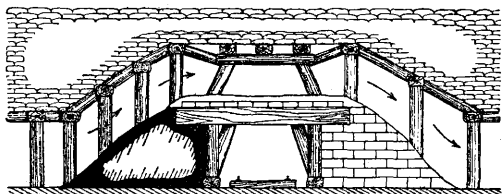
Фиг. 34.

$S$  — площадь поперечн. сечения данной выработки в  $m^2$ ,  $h_x$  — депрессия, поглощаемая регуляционным окном в  $mm$  водяного столба,  $m_x$  — мюрги регуляционного окна. Первая из вышеприведенных ф-л дает сечение регуляционного окна в зависимости от той депрессии  $h_x$ , которую должно поглощать



Фиг. 35.

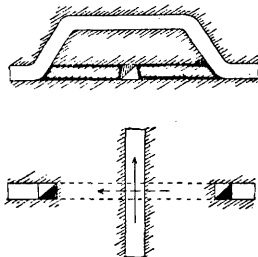
окно, а вторая — в зависимости от сопротивления окна движению воздушной струи, выраженного в мюргах  $m_x$ . Соответственное направление воздушных струй и целесообразное распределение количества воздуха по отдельным выработкам на практике достигается постановкой в воздушных ходах перемычек и вентиляционных дверей. На фиг. 34 представлена обыкновенная перемычка с окном, задвижкой к-рого можно



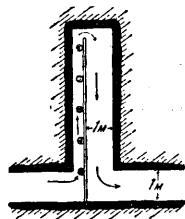
Фиг. 36.

установить нужное отверстие для прохода воздуха. В тех выработках, где производится откатка в вагонетках, устраивают различных конструкций автоматических открывающиеся и закрывающиеся двери (фиг. 35). «Правила безопасности» требуют, чтобы во

всех случаях, когда при открывании двери может нарушиться В. рудника, были устроены две или несколько вентиляционных дверей на таком расстоянии, чтобы одна из них была постоянно закрыта. В тех случаях, когда две струи перекрещиваются, устраивают так называемые воздушные мосты, или кроссинги. На фиг. 36 и 37 даны наиболее распространенные схема и конструкция кроссингов, к-рые ясны из чертежа.

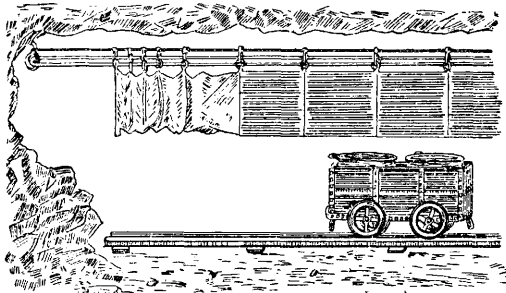


Фиг. 37.



Фиг. 38.

Наконец, когда по одной и той же выработке свежая и отработанная струя воздуха должны итти во взаимно противоположных направлениях, устраивают деревянные, парусиновые и каменные перегородки вдоль выработки (фиг. 38) или прибегают к проветриванию в этих случаях через деревянные, железные или парусиновые трубы (фиг. 39),

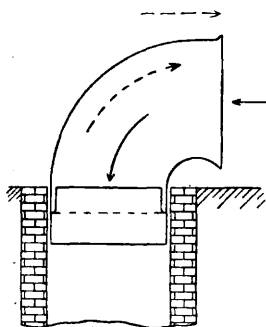


Фиг. 39.

диаметр которых, в зависимости от количества подаваемого воздуха и длины выработки, изменяется от 250 до 750  $mm$ .

Естественное проветривание. При естественном проветривании причинами, вызывающими движение воздуха, являются: 1) нагревание воздуха теплотой горных пород, благодаря чему он становится легче и поднимается вверх, 2) поглощение воздухом газов малого уд. в., а также паров воды, 3) толчки и охлаждение от падающей воды и 4) действие ветра, к-рым воздух при помощи соответствующих приспособлений может загоняться в рудник (фиг. 40). Схема естественной В. при двух шахтах такова: воздух входит через одну шахту, затем, омыв работы, нагревается и выходит на поверхность через другую; в этих случаях нередко для усиления тяги на устье шахты, выдающей воздух, устраивается еще вытяжная труба. Температура наружного воздуха меняется, а вместе с нею меняется и вес воздуха, под влиянием к-рого создается тяга. В то время как зимой холодный столб наружного воздуха, поступая в рудник, нагревается,

летом, наоборот, он охлаждается, благодаря чему струя воздуха получает обратное направление. Наконец, при равенстве температур рудничного и поверхностного воздуха тяга в руднике будет отсутствовать, и тогда придется прибегнуть к искусственному проветриванию. На практике естественная



Фиг. 40.

В. применяется для проветривания небольших рудников, в капитальных же, с большой производительностью, обычно прибегают к искусственному проветриванию при помощи

вентиляторов (см.). Особый вид естественного проветривания составляет В. выработок диффузией, но этот способ является весьма несовершенным и

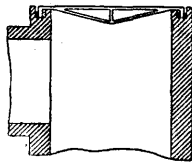
применяется только для коротких глухих выработок, длина которых не превосходит 10 м.

Частичное проветривание применяется в глухих забоях и осуществляется тем или иным вентиляционным прибором, нагнетающим воздух по трубам к забоям выработок. Вентиляционный прибор устанавливается вблизи забоя в струе свежего воздуха. Главным преимуществом частичного проветривания является то, что оно не отражается на увеличении общей депрессии рудника и дает возможность в нужных случаях увеличивать, уменьшать или совсем прекращать доставку свежего воздуха к забоям; недостатком являются затруднения как в смысле устройства его, так и в отношении эксплуатации и надзора. Для частичного проветривания применяются ручные вентиляторы и вентиляторы с электромотором, воздушные и водяные струйчатые приборы и, наконец, сжатый воздух, подводимый по трубам непосредственно к забоям.

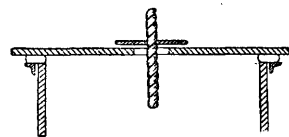
Изменение направления струи воздуха. Всасывающее проветривание (депрессивное) имеет несомненные преимущества перед проветриванием нагнетающим (компрессионным), почему оно и пользуется исключительным распространением на рудниках; к компрессионному проветриванию прибегают только в редких, исключительных случаях. Каждая вентиляционная установка, согласно «Правилам», д. б. снабжена соответствующими приспособлениями на случай надобности изменения всасывающего действия вентилятора на нагнетательное. Поэтому в вентиляционных установках предусматривается возможность соединения отверстия в диффузор с шахтой, а всасывающих каналов вентилятора — с наружным воздухом.

Шахтные затворы и шлюзы. Если шахта, над которой установлен вентилятор, служит исключительно для проветривания, над нею устанавливается постоянный шахтный затвор (фиг. 41), имеющий вид колокола, края которого помещаются в кольцевой канал с водой или глиной (для плотности затвора). Такой затвор во время взрыва гремучего газа в шахте свободно сбрасы-

вается, и воздушная волна получает непосредственный доступ в атмосферу, минуя вентилятор, который т. о. будет предохранен от разрушения. Если вентиляционная шахта служит одновременно и подъемной, то применяются специальные конструкции кла-



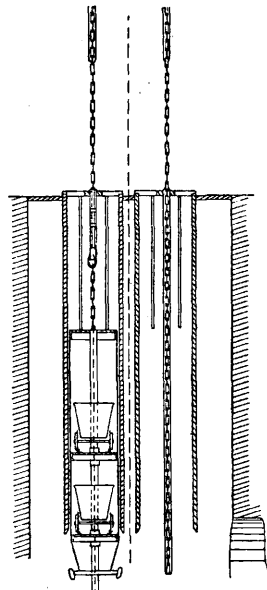
Фиг. 41.



Фиг. 42.

паны или различного устройства воздушные шлюзы для маневрирования в них поднимаемых и опускаемых в шахту грузов. На фиг. 42 показан обыкновенный клапан Бриара, на фиг. 43 — клапан Шульце.

Диагональное и центральное проветривание. Подъемная шахта (подающая воздух) и шахта вентиляционная (через которую воздух выходит на поверхность) могут располагаться или по соседству, на небольшом расстоянии между собой, или на значительном (например одна в центре рудника, а вторая на периферии). В первом случае система проветривания называется центральной, а во втором — диагональной; и та и другая на практике встречаются довольно часто. При небольшой



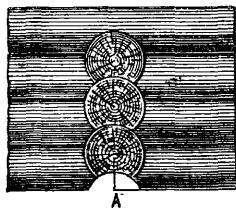
Фиг. 43.

глубине разработки, когда рудник представляется выгодным разбить на отдельные участки, обслуживаемые каждый отдельной вентиляционной шахтой, получается диагональная система проветривания. Наоборот, когда глубина разработки значительна и проходка шахт обходится дорого, преимущество приобретает центральное проветривание, — например при разработке круто падающих свит, при чем вентиляционная шахта в этом случае нередко используется частично и для подъема.

Лит.: Протодакинов М. М., Проветривание рудников, М., 1928; Четотт Г. О., К вопросу о проектировании вентиляции рудников, СПб, 1908; Попов А. С., Проектиров. рудничной вентиляции при диагон. соединении проводов воздуха, М., 1927; Герман А. П., О совместной работе рудничных вентиляторов, «Горн. журн.», прилож. № 9, М., 1922; Лацинский А. А., Параллельная работа вентиляторов, там же; Heise F. u. Herbst F., Lehrbuch der Bergbaukunde, B. 1, Berlin, 1923; Haddock M. H., Mine Ventilation and Ventilators, London, 1924; Beard J., Mine Gases and Ventilation, L., 1920; Redman E. R., Modern Practice in Mining, v. 4—Ventilation, L., 1914; Weeks W. S., Ventilation of Mines, London, 1926.

А. Попов.

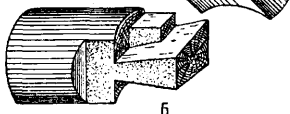
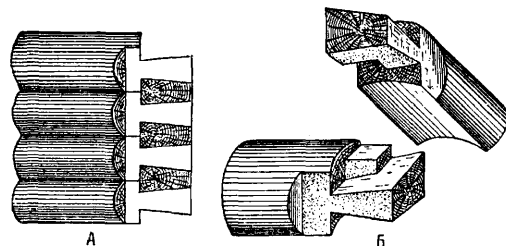
**ВЕНЦЫ** (строительные), бревна, лежащие в одной горизонт. плоскости по всему обводу капитальных стен деревянного строения и связанные в углах врубкою, с остатком или без остатка.



Фиг. 1.

Ряд венцов, уложен один на другой, образует сруб; нижний венец называется окладным. Фиг. 1, А—рубка с остатком в собранном виде, фиг. 1, Б—в разобранном виде. Бревна, образующие рубку без остатка в собранном, а фиг. 2, Б—в разобранном виде. Бревна, образующие венцы, спланиваются между собою в паз на вставные шипы. В теплых постройках венцы связывают из бревен в 270 мм (6 вершков) во избежани-

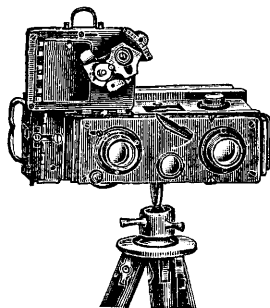
е возможного промерзания; кроме того, выбираемый с нижней стороны венцов паз делают в тех же целях такой глубины,



Фиг. 2.

чтобы шир. соприкасающихся частей венцов была не менее 122 мм ( $2\frac{3}{4}$  вершка); при меньшей ширине стена может промерзатъ. См. Стены деревянные.

**ВЕРАСКОП**, фотографич. стереоскопическ. аппарат с нормальным расстоянием между осями объективов, фирмы Ришар (Париж). Аппарат построен для снимков размером 45 × 107 мм и 6 × 13 см (7 × 13 см); он весь металлический, состоит из коническ. камеры с двумя идентичными объективами, установленными на бесконечность, снабжен двумя видоискателями, ватерпасом и съемным магазином на 12 пластинок. Отличительную черту аппарата является точность выполнения при различных условиях работы, например при резкой перемене температуры. В виду короткого фокусн. расстояния объективов, получаемые В. снимки достаточно резки в отношении глубины, но наводка на фокус осуществляется, лишь до некоторой степени, употреблением добавочных линз, ук-



рачивающих главное фокусное расстояние объективов. Объективы снабжены 3 диафрагмами и затвором, работающим с выдержкой или моментально на разные скорости (от  $\frac{1}{10}$  до  $\frac{1}{250}$  сек. при размере 45 × 107 мм). Для производства снимков типа «автопортрет» к затвору приспособляется специальный приборчик, т. н. к у н к т а т о р, который автоматически производит нажим на спусковой рычажок затвора. Магазин аппарата весьма прост в обращении: перемена пластинок после экспонирования производится простым выдвиганием внутренней коробки магазина до отказа, при чем необходимо держать аппарат объективами вверх; специальный рычажок-счетчик автоматически запирает магазин при выдвигании внутренней коробки после 11-го снимка, что исключает возможность производства вторичной съемки на одни и те же пластинки; имеется указатель с передвижным индексом с надписями: «Vidé» (магазин не заряжен), «Chargé» (магазин заряжен не экспонированными пластинками) и «Posé» (находящиеся в магазине пластинки экспонированы). Кроме магазина для стеклянных пластинок можно пользоваться специальной кассетой для катушечных пленок, сконструированной так, что в момент съемки пленка особым механизмом прижимается к стеклу с плоскопараллельными поверхностями, что обеспечивает точную плоскостность пленки. Снимки, получаемые вераскопом, при рассматривании в специальном стереоскопе дают полную иллюзию действительности; кроме того изображение настолько отчетливо, что выдерживает значительное увеличение, примерно до 10 раз линейно. В сравнении с другими подобными приборами В. является более простым аппаратом, но вполне точным и удовлетворяющим серьезным требованиям. Цена его с объективами Тессар Цейса 1:4,5—ок. 350 р.

Лит.: Донде А. М., Стереоскопическ. фотография, Москва, 1908; Е р ж е м с к и й А. К., Самоучитель фотографии, П., 1916.

**Н. Цоревитинов.**

**ВЕРАТРИН**  $C_{22}H_{49}NO_6$ , алкалоид из семян сабадиллы (*Sabadilla officinalis*) сем. Liliaceae, состоит из смеси двух алкалоидов: ц е в а д и н а, нерастворимого в воде, и растворимого в е р а т р и д и н а. В. извлекают из размельченных семян сабадиллы продолжительным их кипячением с разбавленными к-тами (серной или соляной), при чем кипячение и последующие промывка, осадка и сушка повторяются много раз, пока не получится чистый вератрин в виде белого тонкого порошка без запаха. Вератрин— сильное основание, он растворяется в воде, хлороформе и эфире; применяется в медицине, относится к сильным ядам.

Лит.: см. Алкалоиды.

**ВЕРБА**, ломкая и ва, *Salix fragilis* L. из сем. Salicaceae. Дерево достигает 11—14 м высоты, при диаметре в 60—90 см. Произрастает в центр. и южн. части З. Европы, СССР и Сибири. Ветви В. в сочленениях весьма хрупки и легко ломаются, отсюда название «ломкая». Древесина легкая, идет на топливо, а также как строительный материал для крестьянских построек. Молодые ветви и листья вербы употребляются иногда для корма овец. Верба растет преимущественно на глинистых и суглинистых

почвах, около рек и прудов, по сырым местам; В. пригодна для укрепления оврагов.

**ВЕРБЕНОВОЕ ЭФИРНОЕ МАСЛО** получается из листьев *Verbena triphylla* L'Herit. (*Lippia citriodora* H. B. et K.) с выходом до 0,2%. В. э. м. обладает нежным лимонным запахом; в состав этого масла входят лимонен, цитраль, гераниол, вербенон и др. В торговле оно известно под названием французского В. э. м. и расценивается довольно высоко. В пределах СССР получение В. э. м. имеет, повидимому, большую будущность в Абхазии. Испанское В. э. м., получаемое из *Thymus huemalis* J. L., содержит лимонен, цитраль, линалоол, фенхон и друг. По качеству оно уступает предыдущему. Ост-индское В. э. м.—см. *Лемонграссовое масло*. Потребность в В. э. м. в СССР определяется в 3 000—4 000 кг в год; применяется в мыловарении и парфюмерии.

Лит.: см. *Эфирные масла*.

**ВЕРЕВКИ**, изделия, получаемые скручиванием нескольких нитей пряжи. В общепринятом наименовании В. обобщает ряд изделий из волокнистых материалов, имеющих при круглом сечении длину, во много раз превышающую окружность этих изделий. К веревкам или бечевкам часто относят тонкие канаты, плетеные шнуры (фалы), крученые шнуры (так наз. английский шнур), иногда отбойку и *штагат* (см.).

Основным производством В. является кустарное; механическое составляет не более 3—4% общего производства веревек.

По характеру выработки В. кустарного производства делятся на две группы: простовивки и крученые. Простовивками называются веревки, получаемые одновременным скручиванием трех или четырех нитей пряжи. Кручеными называются В., получаемые из нескольких простовивок, скручиванием их в обратные стороны. Общее количество нитей пряжи в кустарной В. обычно не превышает шестнадцати. Исходя из этих признаков, рыночные сорта веревек разделяют на две группы: 1) простовивки—тройник и четверик, к которым относятся рыночные наименования: оборник, бечева для вязки миткаля, шкимка, команда, лигатура, паковочная простовка, и 2) В. крученые: шестерик, восьмерик, девятик и т. д. К шестерику относятся рыночные наименования веревек: отбойка, сорочек, оглобленник, коряжник, шнур, полукоряжник, хребтина, поводец и другие. К восьмерику относятся: сорочек, шнур, вожжевка, немецкая веревка, поводец и др. К девятику: коряжник, вожжевка, голосинник. К двенадцатерику: возовая, вожжевка, струнка, шнур, баркет, голосинник, тяжевая и др. К пятнадцатерику—морская стоянка и к шестнадца-

тернику—возовая В. Перечисленные названия составляют лишь часть встречающихся на рынке наименований веревек. Разнообразие наименований В. (до сотни) вызвано не только различиями сортов, но и разнообразием потребляющих районов. Так, одна и та же тонкая смоленая В., сработанная простовивкой в три нити пряжи, употребляемая рыбаками на подвязку поплавков, называется в ростовском водном районе «командой», а в астраханском водном районе «шкимкой»; в одесском районе она идет на перевязку черепиц крыш и носит название «лигатуры». Веревка, употребляемая на тяжи у телег, в одних районах носит название «тяжевой», в других—«отосной», в третьих—«правильной», и т. д.

Веревки кустарного производства имеют обыкновенно небольшую длину, часто зависящую от «просада», т. е. от длины участка усадебной земли, где обычно «вырабатывают» («крутят») веревки. Потребность рынка в длинной (без узлов) веревке из хорошего качества пеньки, особенно для целей рыболовства, удовлетворяется тонкими канатами, примерно, от 20 до 75 мм в окружности. По своему построению, за исключением длины (до 250 м), они почти ничем не отличаются от крученых В., и потому различие между В. и канатами механич. производства установить вообще трудно; в общепринятом тонкие канаты часто называют механич. веревкой или механич. бечевой. Здесь уже нет того подразделения, какое можно встретить в кустарных В., и они, имея одно и то же наименование, отличаются между собой только

Табл. 1.—Техническое построение веревек.

№ по порядку	Наименование веревек	Число нитей пряжи и веревки	Длина веревки в мотке или катушке в м	Приблизит. диам. веревки в мм
	<b>I. Веревки куст. выработки (хозяйственные)</b>			
1	Простовивка . . . . .	3	от 25 до 50	4
2	» . . . . .	3	»	6
3	» . . . . .	4	»	8
4	» . . . . .	4	»	11
5	» . . . . .	4	»	13
6	Крученая . . . . .	8, 9, 12	»	11
7	» . . . . .	8, 9, 12	»	13
8	» . . . . .	12, 16	»	16
9	» . . . . .	16	»	20
	<b>II. Веревки куст. и механ. выработки (рыболовные)</b>			
10	Хребтина . . . . .	6	от 25 до 50	7
11	Коряжник . . . . .	9	»	10
12	Сорочек-сегочник . . . . .	6	»	3
13	» . . . . .	6	»	4
14	» . . . . .	6	»	5
15	» . . . . .	6	»	6
16	Сорочек-поводец . . . . .	8	»	4,5
17	» . . . . .	8	»	5
18	» . . . . .	8	»	6
19	» . . . . .	8	»	7
20	» . . . . .	8	»	8
21	» . . . . .	8	»	9
22	Морск. стоянка . . . . .	12	85	6
	<b>III. Веревки машинной выработки</b>			
23	Техническая . . . . .	6	от 220 до 250	Окружность 20
24	» . . . . .	12	»	25
25	» . . . . .	15	»	30
26	» . . . . .	30	»	40
27	» . . . . .	42	»	50

размерами окружности или диаметра, а также качеством. Канаты для неводной или сетной тяги в некоторых районах называются «резами».

Основные признаки большинства встречающихся на рынке пеньковых В. сводятся к способу выработки (простовивка или крученая), толщине (размер по диаметру или окружности), числу ниток пряжи и длине веревок. Исходя из этого можно дать следующую схему построения В. Группа I: В. кустарной выработки (хозяйственные)—простовивки и крученые. Группа II: В. кустарной и механической выработки (рыболовные)—крученые. Группа III: В. механической выработки (технические)—крученые. В. I группы преимущественно предназначаются для хозяйственных целей: простовивки—на паковку и вязку, а крученые—для гужевого транспорта (на построение гужей, вожжей, постромок и т. п.). В. II группы применяются преимущественно для рыболовных целей: для подборов к сетям (сорочки-сеточки), для построения самолочной крючковой снасти (хребтина, сорочки-поводцы, морская стойка) и для привязки сетей и неводов (коряжник). Веревки III группы имеют преимущественно технич. назначение и употребляются при построении

речных неводов и ловецкого такелажа (оснастки рыболовных судов). Технич. построение различных В. (безотносительно к их качеству) уясняется из приведенной выше табл. 1, при чем для В. машинной выработки длина м. б., конечно, и больше показанной. В. указанную схему входит построение В. почти всех рыночных наименований.

Качество В. до некоторой степени находит свое отражение в размере В. по толщине: чем меньше диаметр или окружность В., тем лучше д. б. сырье; чем больше нитей пряжи употреблено для построения В. одной и той же толщины, тем лучше д. б. по качеству В. Пока еще не установлены качественные нормы В., и нельзя дать определенных указаний. Основные недостатки, которые встречаются в В. кустарной выработки: излишек влажности, не вполне удовлетворительное качество сырья и неравномерность выработки по размеру. Так как В. продаются по весу, то кустари для увеличения веса стремятся искусственно увлажнить веревку. В зимнее время излишне увлажненные В. при ударе друг о друга стучат, как деревянные бруски, а при трении издаются скрипы. Если такую веревку, выработанную в зимнее время, не просушить, то весной она начинает нагреваться, покрывается

Табл. 2.—Наиболее употребительные узлы и сплесни.

Фиг.	Название узла или сплесня	Назначение	Фиг.	Название узла или сплесня	Назначение
1	Марка	Предохранять конец веревки от развигания.	13	Беседочный узел	Петля, не могущая затянуться.
2	Прямой узел	Связывать два конца. Будучи затянутым, узел развязывается более или менее легко.	14	Двойной беседочный узел	То же. Специально для подъема человека гаверх. В одну петлю человек садится, другая охватывает его за спину, под мышками.
3	Поперечный, или бабий, узел	Связывать два конца. Будучи затянутым, трудно развязывается.	15	Плоский узел	Для связывания концов веревок разной толщины.
4	Рифовый узел	Связывать два конца при необходимости быстро и легко развязывать узел.	16	Якутский узел	Разновидность рифового узла; служит для надежного связывания двух концов между собою или завязывания конца за самого себя, с расчетом при гадобности мгновенно развязать узел, для чего следует потянуть за конец в направлении, указанном стрелкой.
5	Шкотовый узел	Связывать конец с петлей.	17	Шорный узел	Для связывания двух веревок накрест.
6	Брамшкотовый узел	То же, что и предыдущего, но узел более надежен.	18	Бочечный узел	Для обвязывания бочки или ящика стропом при погрузке.
7	Выбленочный узел	Привязывать одну веревку серединой к другой или к палке.	19	Короткий сплесень	Для соединения двух концов веревки *.
8	Удавна	Скоро прихватить веревкой за брус, при непрерывном дальнейшем гашении.	20	Огон	Образовать петлю **.
9	Угавна со шлагом	Тащить, поднимать или буксировать бревно или доску.	21	Решка	Для предохранения конца веревки от раскручивания ***.
10	Штык	Надежно привязать конец толстой веревки к столбу или кольцу и т. п.	22	Стопорный кноп	Создать на конце веревки утолщение, чтобы задерживать ее в отверстии, в которое она пропущена, и т. п.
11	Штык с двумя шлагами	То же, что и предыдущего. Уменьшена для узла возможность затянуться.			
12	Рыбацкий штык	То же.			

\* Достаточно сделать 3—4 пробивки (подсовывание пряжи одного конца под пряжи другого) каждой прядью в каждую сторону, после чего концы прядей обрезаются.

\*\* Подобно предыдущему делаются 3—4 пробивки.

\*\*\* Обтягивается, делаются 3 пробивки.

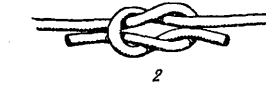
УЗЛЫ И СПЛЕСНИ В МОРСКОМ ДЕЛЕ



1



5



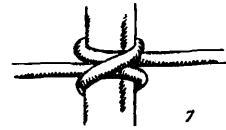
2



4



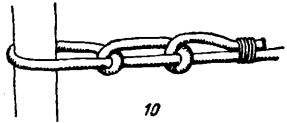
3



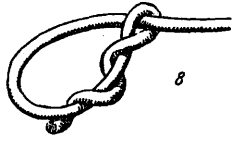
7



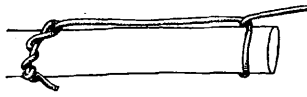
6



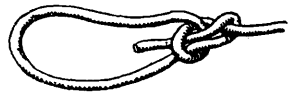
10



8



9



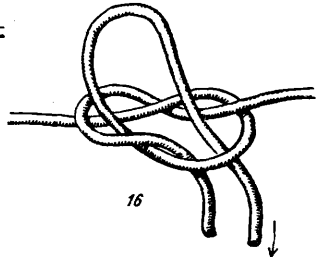
13



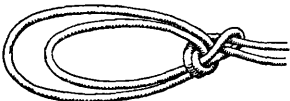
11



12



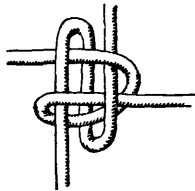
16



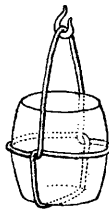
14



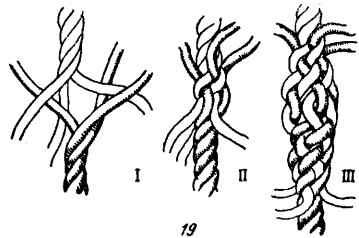
15



17



18



I

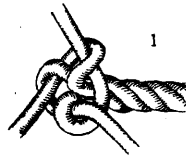
II

19

III



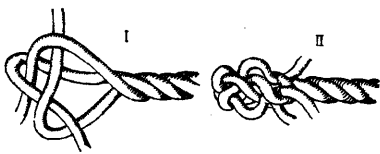
20



1



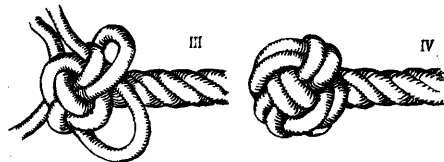
II



I

II

21



III

IV

22

плесенью и загнивает. Для проверки содержания влаги можно пользоваться кондиционными аппаратами, но этот способ довольно сложен. Практически достаточно следующее определение излишка влаги в В.: отобранные образцы В. точно взвешивают и оставляют в развернутом виде в комнате при 15—17° на срок не менее суток; затем выносят образцы в помещение, где находился товар, из которого взяты образцы, и дают там полежать им не менее 12 часов, после чего снова взвешивают; если разница в первоначальном и последующем взвешивании не превышает 3%, влажность В. считается нормальной. В отношении качества сырья необходимо отметить, что пенька для пряжи д. б. чистой, свободной от костры. Однако часто приходится встречать В. с большим содержанием костры в середине, и только внешняя сторона веревки очищается от нее или замазывается клеем. В практике для удешевления В. имеет место также и прямая фальсификация сырья, заключающаяся в том, что в пеньку, перед изготовлением из нее пряжи, подсыпают песок для утяжеления В. С внешней стороны такая В. может произвести впечатление хорошей, сухой В., но качество ее будет неудовлетворительно. При выработке пряжи для веревок иногда употребляют как основное сырье отходы от обработки пеньки или расщипанные концы старых веревок, и только на облицовку пряжи дают пеньку хорошего качества. Веревки, выработанные из такой пряжи, с внешней стороны кажутся хорошими, но в службе будут неудовлетворительными. Реже встречаются случаи неравномерной выработки веревок по всей длине, напр. к концам веревка работает тоньше, а в середине — толще. Свернутая в круги, такая веревка производит впечатление тонкой, хорошо сработанной веревки, в развернутом же состоянии имеет вид длинной сигары.

Отмеченные нами ненормальности относятся главным образом к кустарной В.-проставке и отчасти к крученой В., упаковываемым в круги, благодаря чему их затруднительно обнаружить. Но эти ненормальности отнюдь не являются характерными для кустарного производства, которое в общем не хуже механического.

В. выпускаются на рынок свернутыми в круги или мотки различной длины и почти никогда не выпускаются из производства в виде готовых изделий, если не считать, что в некоторых случаях длина веревки соответствует назначению (парная возжа и т. п.).

Лит.: см. *Веревочное производство*. Н. Юрнин.

**В. в морском деле.** Всякая веревка на морском языке называется тросом. На судах, кроме проволочного стального троса, в большом употреблении тросы пеньковые и манильские. Материалом для судовых снастей служит пенька высшего качества или манильская пряжа (волокно растения *Musa textilis*). Пеньковые тросы по числу прядей делятся на трехпрядные и четырехпрядные, а также на тросы тросовой работы и кабельной работы, кроме того — на белые, или несмоленные, и смоленные. Толщина троса измеряется по его окружности, в дюймах.

Основной элемент троса — кабелка — скручивается из пеньки в направлении движения часовой стрелки; из кабелок скручиваются пряди — против часовой стрелки, и из прядей — трос тросовой работы, по часовой стрелке. В четырехпрядном тросе внутри имеется сердечник — пятая, слабо скрученная прядь, заполняющая пустоту в середине и тем удерживающая трос от проминания прядей внутрь. Четырехпрядные тросы употребляются там, где нужна особая гибкость и гладкость поверхности троса. Там, где требуется плотность снасти, сопротивляющейся намоканию, употребляются тросы кабельной работы, свитые из тросов тросовой работы против часовой стрелки, при чем эти тросы-пряди называются стрендями. Трос кабельной работы, как имеющий большую поверхность, после намокания просыхает скорее. Для предохранения пеньки тросов от загнивания под влиянием сырости ее смолят.

Манильский трос, обладая крепостью не меньшей пенькового, имеет преимущество в смысле легкости: он не тонет в воде и употребляется поэтому главным образом для буксиров. Манильский трос обычно не смолят, т. к. он мало подвержен гниению от сырости.

По качеству пеньки тросы подразделяются на №№ 20, 25, 37, 40 и «особой вычески». Цифры при № указывают на число кабелок в одной пряди 3" трехпрядного троса тросовой работы.

Для пряжи № 20 из пеньки вычесывается оческов 16%  
 » » » 25 » » » 24%  
 » » » 37 » » » 39%  
 » » » 40 » » » 41%  
 » » особ. вычес. » » » 71%

Очески идут на выделку так называемых бородачных линий.

Название тросов по толщине: канат — трос кабельной работы, имеющий в окружности свыше 14", кабельтов — трос кабельной работы, от 6 до 14", перлинь — трос кабельной работы, от 4 до 6". Тросы тросовой работы особого названия не имеют, как и тросы кабельной работы от 1 до 4" (например 3"-трос, 1½"-трос и т. д.). Тросы в 1" и меньше называются линиями. Каболки в линиях называются нитями, и линии различаются по числу нитей.

Табл. 3.—Построение линий.

Сорт линий	Число нитей	Число прядей	Число нитей в пряди	№ пеньки
Линь . . . .	12	3	4	} 37
Девятрик . .	9	3	3	
Шестерик . .	6	3	2	
Стеллинь . .	6	3	2	} 40
Ювень . . . .	3	3	1	
Марлинь . .	2	2	1	

Бородачные линии спускаются в 12, 9 и 6 нитей. Кроме этих линий из бородки приготавливается шкимушгар в 6, 3 и 2 нити (шкимушгар шестерик, тройник и двойник).

Трос выпускается бухтами по 100 сж. 6-футовой меры (182,9 м), линии — по 45 сж. (82,3 м). Перед употреблением пенькового троса в дело он должен быть вытнут. Допускается вытягивание его на 8—9% без потери крепости. Крепость пенькового троса зависит от качества пеньки и равномерности

натяжения волокон каболок и прядей. Теоретически крепость троса должна равняться сумме крепостей всех составляющих его каболок; на практике натяжение каболок неравномерно, и действительная крепость значительно меньше. Для определения крепости смоленого трехпрядного троса трасовой работы пользуются ф-лами: 1) разрывная крепость в  $t$  равна  $\frac{c^2}{3}$ , где  $c$ —окружность троса

в дм.; 2) рабочая крепость в  $t$  равна  $\frac{c^2}{18}$ ; 3) для троса, выбираемого на лебедке или подвергающегося переменным натяжениям, рабочая крепость в  $t$  равна  $\frac{c^2}{30}$ ; 4) трос кабельной работы на  $\frac{1}{4}$  слабее троса трасовой работы; 5) белый несмолен. трос на  $\frac{1}{4}$  крепче смоленого; 6) один хорошо сделанный сплесень уменьшает крепость троса на  $\frac{1}{6}$ .

Вес (приблизительный) 100-сж. бухты пенькового троса определяется формулами:  
 Вес 100 сж. несмоленого троса в пл. . . . . 0,6 с<sup>2</sup>  
 » » » смоленого » » . . . . . 0,7 с<sup>2</sup>  
 » » » манильского » » . . . . . 0,5 с<sup>2</sup>

Испытание крепости тросов производится посредством тяжести, навешиваемой на каболки 6-футовой длины. Смоленая каболка № 20 должна выдерживать в трасовой работе 61,4 кг, в кабельной работе—57,3 кг; несмоленая каболка № 20 в трасовой работе должна выдерживать 68 кг, в кабельной работе—63,9 кг; каболка манильского троса № 21—80,9 кг. Пеньковые изделия должны поступать на испытание лишь после просушки их в отопляемом помещении при температуре ок. 15°. Каболка, взятая для пробы, не д. б. раскручиваема, т. к. достаточно двух-трех оборотов, чтобы нарушить ее крепость. Груз накладывается постепенно. Коуши, к которым привязываются концы каболок, должны иметь по возможности наибольший диаметр. Если разрыв каболки произойдет в концах, то такую пробу надо считать недействительной. При испытании каболок и тросов следует предвзяательно откинуть от концов не менее сажени, т. к. эти части всегда бывают значительно слабее. Испытание крепости надлежит производить в теплом помещении.

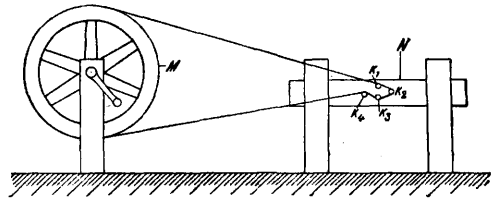
В табл. 2 и на фиг. даны наиболее употребительные в морском деле узлы и сплесни с указанием их назначения. П. Павлинов.

**ВЕРЕВОЧНАЯ КРИВАЯ**, в графич. статике кривая, в к-рую обращается веревочный многоугольник, когда параллельные силы не сосредоточенные, а сплошные. См. *Веревоочный многоугольник*.

**ВЕРЕВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**. Вережки вырабатываются или ручным способом—на примитивном станке, носящем название в веревочного колеса, или механическим способом—на т. н. веревочных машинах. В СССР по преимуществу развито кустарное ручное производство веревок.

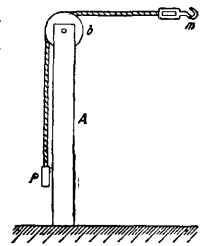
Ручной веревочный станок состоит из колеса (фиг. 1) и вспомогательного снаряда для кручения веревок (фиг. 2). Маховик  $M$  веревочного колеса соединен с блочками, к-рые снабжены закрепленными в них крючками  $k_1, k_2, k_3$  и  $k_4$ , посредством шнура, огибающего маховик и эти блокки. Устройство крючков и закрепление их в

блокках производится разными способами. Одно из таких устройств показано на фиг. 3: блокочка  $a$  вращается на оси  $AB$ , конец к-рой неподвижно закреплен в доске  $N$  (фиг. 1) веревочного станка; закрепленный в блокочке крючок  $k$  вращается вместе с блокочкой  $a$  и

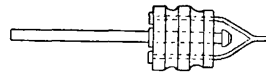


Фиг. 1.

производит скручивание веревки. Вспомогательный снаряд (фиг. 2) для кручения веревок состоит из стойки  $A$ , на которой вращается блок  $b$ ; блок огибается шнуром, на конце к-рого находится груз  $P$ , а на другом конце крючок  $t$ . Кручение веревки производится следующим образом. Отдельные образующие веревку каболки (канатная и веревочная пряжа носят название каболок) надеваются одним концом на отдельные крючки веревочного колеса, а другими соединенными концами на крючок  $t$  вспомогательного снаряда. После надевания на крючки между каболками, у крючка  $t$ , при прядении веревок, состоящих из двух каболок или прядей, рабочим закладывается деревяжка; если же число каболок больше двух, закладывается особый «конус» (фиг. 4) с числом бороздок, соответствующим числу каболок в пряди или числу прядей в веревке. После этого крючки веревочного колеса приводятся во вращение, и происходит скручивание каболок в прядь или прядей в веревку в промежутке между крючком  $t$  и заложеной между каболками деревяжкой или конусом. По мере скручивания деревяжка или конус продвигаются в направлении крючков веревочного колеса, и т. о. скручивание



Фиг. 2.



Фиг. 3.

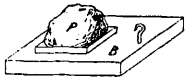


Фиг. 4.

происходит постепенно по всей длине каболок. Груз  $P$  создает определенное натяжение при скручивании веревки, а величина его зависит от качества вырабатываемой веревки. После скручивания указанным выше способом прядей для веревки или самой веревки из отдельных прядей концы ее со стороны веревочного колеса соединяются в один и надеваются на один крючок веревочного колеса. Другой ее конец надевается



на крючок т. н. волочушки *B* (фиг. 5), представляющей собою обыкновенную доску с грузом *P*, вес которого соответствует качеству вырабатываемой веревки. Далее идет процесс дополнительного докручивания веревки или пряди, состоящий в том, что крючку, на который надет один конец веревки, дают вращение в сторону, обратную

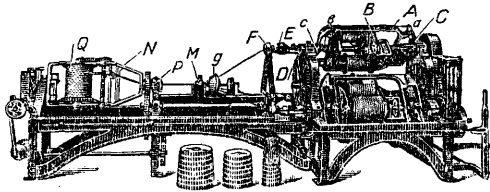


Фиг. 5.

вращению при скручивании веревки или пряди. Вережка при этом получает дополнительное кручение и, сокращаясь в длину, подвигает волочушку к веревочному колесу. После получения определенной крутки, к-рую должна иметь веревка, рабочий прекращает вращение крючков, что соответствует заранее определенному укорачиванию веревки и заранее наметенному чертой месту, до которого должна дойти волочушка. Этим процессом докручивания заканчивается выработка веревки, после чего ее снимают с крючков и собирают в круг или моток, в каком виде веревка обычно и поступает в продажу. Для придания веревкам более красивого и гладкого вида их до снятия с крючков или протирают концами веревки или же смачивают разведенным клеем и т. п. полирующими веществами.

Машинная выработка веревки производится тремя способами: 1) на комбинированных машинах, 2) на машинах, отдельно вырабатывающих пряди и отдельно скручивающих веревку, и, наконец, 3) путем выработки так называемой механической бечевы на канатных тягально-спускальных машинах с откатывающейся кареткой (см. *Канатное производство*).

На фиг. 6 изображена горизонтальная комбинированная веревочная машина, выработка веревки на которой производится следующим образом. На передней части машины закладываются катушки с каболками, из к-рых будет вырабатываться веревка. Эта

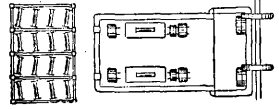


Фиг. 6.

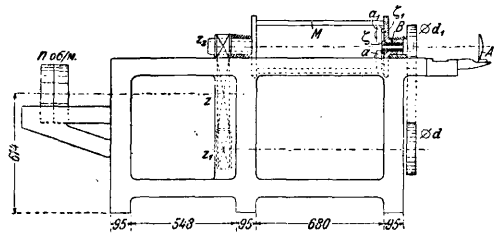
часть машины производит скручивание каболки в пряди, что происходит благодаря вращению с разными скоростями рамы *A* и рамы *B*, на к-рой находятся катушки с каболками. Самое кручение происходит между крутильной трубкой и вращающимся роликом *C*. Далее, скрученные в прядь каболки через ролики *a*, *b*, *c* направляются к трубке *D* и затем, обогнув блочки *E*, которые вращаются сами и кроме того вращаются вместе с рамой *A*, проходят через трубку *F*. После этого каждая прядь направляется в отверстие конуса *g*, и несколько прядей, образующих веревку, соединяются вместе у неподвижных деталей *M*. Этим заканчивается процесс свивания прядей и соединения их вме-

сте для скручивания в веревку. Скручивание веревки осуществляется задней частью машины. Здесь также имеется вращающаяся рама *N*, внутри к-рой помещается веревочная катушка. Эта катушка вращается вместе с рамой и, кроме того, на своей оси. Скрученная прядь, пройдя зажим *M* и втулку *P* рамы *N*, окончательно скручивается в веревку и навивается на веревочную катушку *Q*.

Второй тип машин состоит из двух отдельных машин—для скручивания прядей и для скручивания веревки. Выработка веревки на этих машинах заключается в следующем. Катушки с каболками помещаются в особой раме, стоящей впереди машины (фиг. 7), и отдельные каболки через распределитель *A* (фиг. 8) направляются в крутильную трубку *B*, а затем через вращающиеся желобчатые блочки *a* и *a*<sub>1</sub> выводятся к направляющим блочкам, находящимся на рогульке *M*, и через них на катушку, имеющуюся на шпинделе машины (на фиг. 8 не указана). Скручивание каболки в прядь происходит благодаря вращению рогульки *M*. Блочки *a* и *a*<sub>1</sub>,



Фиг. 7.



Фиг. 8.

имея самостоятельное вращение от шестерни в  $\zeta$  зубьев, сидящей на конце крутильной трубки, и шестерен по  $\zeta_1$  зубьев, жестко сидящих на осях блочков, осуществляют подачу пряди на рогульку и с нее на катушку. Число оборотов желобчатых блочков при одновременном вращении рогульки и крутильной трубки равно разности между числом оборотов в результате вращения рогульки и числом оборотов желобчатых блочков, при условии, что рогулька является неподвижной. Из схемы машины определяем эту разность  $n_1$  по формуле:

$$n_1 = \frac{n \cdot z \cdot \zeta}{z_2 \cdot \zeta_1} - \frac{n \cdot z \cdot d \cdot \zeta}{z_1 \cdot d \cdot \zeta_1}$$

подача *l* блочков в 1 м. =  $n_1 \cdot \pi d_2$ , где  $d_2$ —диам. желобч. блочка в дм.; крутка  $1'' = \frac{n \cdot z}{z_2 \cdot l}$ . Для изменения величины подачи и крутки шкивы *d* и *d*<sub>1</sub> выполняются ступенчатыми. Производительность *A* однорогульчатой машины за 8 часов выразится ф-лой:

$$A = \frac{n_2 \cdot 453 \cdot 60 \cdot 8}{\alpha \sqrt{N_{кр.}} \cdot N_{кр.}} \text{ кг;}$$

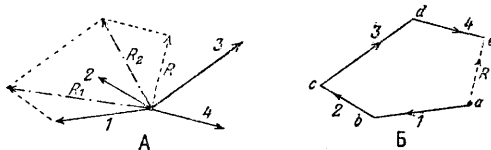
или в общем виде:  $0,02 \frac{n_2}{\alpha \sqrt{N_{кр.}} \cdot N_{кр.}} \text{ кг в 8 часов}$ , где  $n_2$ —число оборотов рогульки,  $\alpha$ —коэффициент крутки,  $N_{кр.}$  равняется номеру каболки в английской нумерации, деленному на число каболки в пряди.

Катушка, на к-рую наматывается пряжа, сидит на скрепляющем диске и для правильного расположения рядов прядей имеет при помощи червяка поступательное движение влево и вправо. Готовые пряди поступают на веревочную машину, которая состоит из двух частей: *A* и *B* (фиг. 9). В части *A* надеваются катушки с прядями, где они при работе машины подкручиваются вращением рогулек *a*, *a*<sub>1</sub> и *a*<sub>2</sub>. Докрученные т. о. нити проводятся через разрезные конусы и втулку, находящиеся под давлением груза, в крутильную трубку *M*, далее огибают желобчатые бочки *m*, *m*<sub>1</sub> и через направляющие ролики, находящиеся на рогулке *N* (не изображены на схеме), поступают на веревочную катушку, сидящую на шпинделе машины. Устройство этой части машины аналогично устройству машины для прядей. Расчет для веревочной машины одинаков с расчетом машины по изготовлению прядей. Из схемы фиг. 9 имеем: подача *l* желобчатого шкива будет:

$$\left( \frac{n \cdot z \cdot r}{z_2 \cdot l_1} - \frac{n \cdot d \cdot r}{d_1 \cdot l_2} \right) \pi d_2,$$

где *n*—число оборотов шкива машины в 1 м., *πd*<sub>2</sub>—окружность с диаметром *d*<sub>2</sub>, равным сумме диаметров желобчат. бочка и пряди в дм.; крутка на 1'' равна  $\frac{n \cdot z}{z_2 \cdot l}$ , где  $\frac{n \cdot z}{z_2}$  —

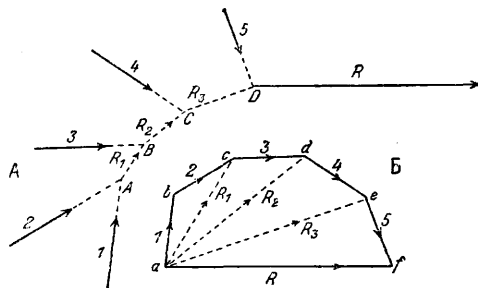
приложено несколько сил 1, 2, 3, 4 (фиг. 1, А), то равнодействующую этих сил получим, если мы найдем сначала равнодействующую *R*<sub>1</sub> сил 1 и 2, затем сложим ее с силой 3 и, получив тем же способом равнодействующую сил *R*<sub>1</sub> и 3, равную *R*<sub>2</sub>, сложим ее с силой 4.



Фиг. 1.

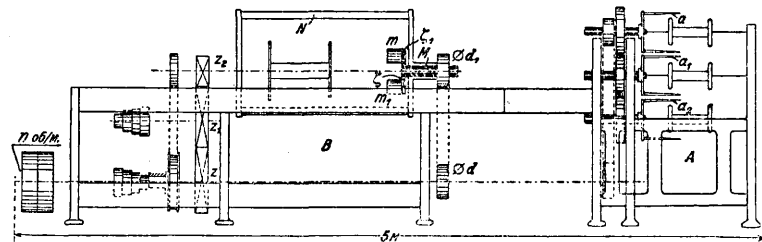
Последняя равнодействующая *R* и будет равнодействующей всех данных сил. К тому же результату придем, если данные силы 1, 2, 3 и 4 последовательно перенесем в плоскости параллельно самим себе и составим из них мн-к *abcde* (фиг. 1, Б), в котором стрелки сил по его периметру были бы направлены в одну сторону—по направлению движения часовой стрелки или противоположно ему. Тогда вектор *ae*, соединяющий начальную и конечную точки такого многоугольника сил (называемого силовым мн-ком, или планом сил), представит собой искомую равнодействующую *R* по ее величине и направлению.

Порядок, в котором соединяются данные силы при построении мн-ка сил, не имеет влияния на окончательный результат: при любом порядке собирания сил получаем ту же по величине и направлению равнодействующую. Если силы, приложенные к точке *A*, образуют в плане сил замкнутый мн-к, то равнодействующая их *R*=0, и силы взаимно уравниваются. Когда данные силы приложены к различным точкам плоскости и не имеют общей точки пересечения, то определение равнодействующей этих сил можно сделать путем последовательного сложения их по правилу параллелограмма, как показано на фиг. 2. Но этот



Фиг. 2.

способ оказывается неудобным для определения положения равнодействующей, если силы пересекаются под очень острыми углами или вне пределов чертежа, и вовсе неприменим, когда силы параллельны между собой.



Фиг. 9.

число оборотов рогулки *N* в 1 мин. Для изменения величины подачи и крутки отношение *d*/*d*<sub>1</sub> осуществляется переменным—путем применения ступенчатых шкивов.

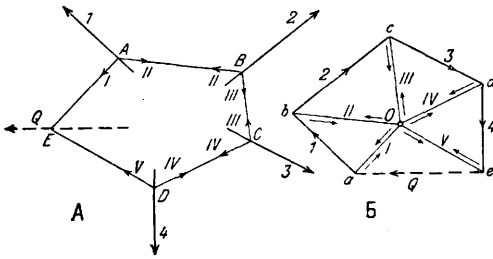
Машины с отдельным приготовлением прядей и отдельным скручиванием их в веревку считаются более пригодными для изготовления веревки по сравнению с комбинированными машинами, так как с первых веревки получаются лучшего качества, чем со вторых. Машины для изготовления веревки строятся и вертикальн. типа, но за последнее время они выходят из употребления и заменяются горизонтальными машинами.

Лит.: Бородин П. И., Русский шпагат, М., 1924; Вебер К. К., Канаты и верев. производство, П., 1915; Лебедев Н. Н., Производство канатов и веревки, П., 1923; Новгородский М. П., Производство канатов, веревки и шнуров, СПб, 1911; Петров Н. И., Канатно-веревочное производство, М., 1898; «Лен и пенька», М.; «Льняное дело», М.; Carter H. R., Cordage Fibres, L., 1909; Woodhouse T. and Kilgour P., Cordage a. Cordage Hemp a. Fibres, L., 1919.

Ф. Крашенинников.

**ВЕРЕВОЧНЫЙ МНОГОУГОЛЬНИК** (Вариньона) имеет большое применение в графических расчетах. При помощи его решают все задачи, относящиеся к равновесию сил на плоскости, проводят построения деформаций систем и т. д. Когда к точке *A*

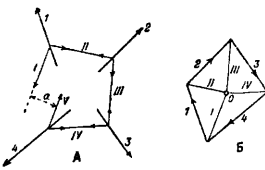
Самым общим приемом сложения сил является сложение их при помощи построения В. м. Пусть даны силы 1, 2, 3 и 4, приложенные к разным точкам плоскости (фиг. 3, А). Требуется найти величину и положение уравновешивающей  $Q$  этих сил. Данные силы соединяем в мн-к сил (фиг. 3, Б) и из него находим величину и направление уравновешивающей силы  $ea = Q$  (перемена направления силы  $Q$  делает ее из уравновешивающей—равнодействующей заданных сил 1, 2, 3 и 4). Выбираем произвольную точку  $O$  (называемую полюсом), проводим из нее к вершинам мн-ка сил лучи  $Oa, Ob, Oc, \dots$  и строим мн-к  $I, II, III, IV$  и  $V$  (фиг. 3, А), начиная от произвольной точки  $A$  по направлению силы 1, т. о., чтобы одноименные прямые на фиг. 3, Б (план сил) и на фиг. 3, А (поле сил) были между собой параллельны.



Фиг. 3.

Прямые  $I, II, III, IV$  и  $V$  на фиг. 3, Б (называемые полюсными лучами) можно рассматривать как силы, которые уравновешивают данные силы. Так, из рассмотрения замкнутого тр-ка сил  $Oab$  (фиг. 3, Б) следует, что силы  $Oa$  и  $Ob$  уравновешивают силу 1. Точно так же  $Ob$  и  $Oc$  уравновешивают силу 2, и т. д. Тогда, взамен нахождения положения уравновешивающей силы  $Q$  заданных сил, можно отыскивать положение равнодействующей тех сил, которые уравновешивают заданные силы, что, очевидно, одно и то же. Но силы  $II$  и  $III$  у точек  $A$  и  $B$ , а также силы  $III$  и  $IV$  у точек  $B$  и  $C$  и силы  $IV$  и  $V$  у точек  $C$  и  $D$ , взаимно уничтожают друг друга (фиг. 3, А). Остается, т. о., найти равнодействующую сил  $I$  и  $V$ , приложенных к точкам  $A$  и  $D$ . Эта равнодействующая, по положению, определяется пересечением сил  $I$  и  $V$  в точке  $E$ . Ряд прямых  $I, II, III, IV$  и  $V$  (фиг. 3, А) образует так называемый веревочный мн-к.

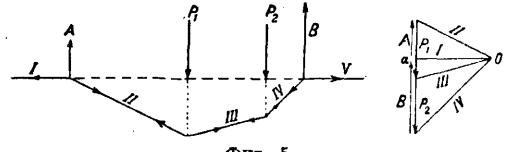
При построении В. м. могут встретиться три случая: 1) конечная точка силового многоугольника  $e$  не совпадает с начальной его точкой  $a$ ; в результате данные силы не находятся в равновесии, их равнодействующая определяется по величине и направлению отрезком  $ea$  (фиг. 3, Б); 2) конечная точка силового мн-ка совпадает с начальной его точкой, и крайние стороны В. м. параллельны между собой; в результате данные силы приводятся к паре сил, как по-



Фиг. 4.

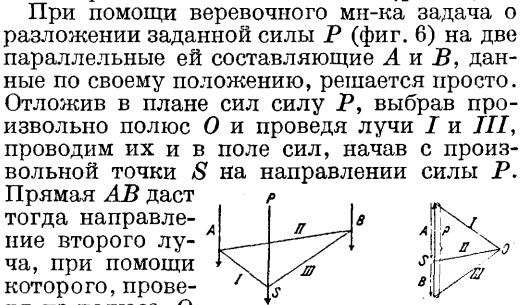
казано на фиг. 4, где  $a$  есть плечо пары, а произведение  $Ia$  или  $Va = M$ —момент этой пары; 3) конечная точка силового мн-ка  $a$  совпадает с начальной его точкой, и крайние стороны В. м. ( $I$  и  $V$ ) совпадают между

собою (силовой и веревочный мн-ки сами собой замыкаются); в результате получается равновесие системы (фиг. 5).



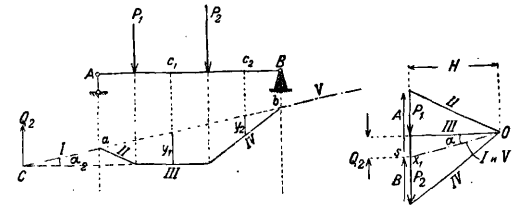
Фиг. 5.

При помощи веревочного мн-ка задача о разложении заданной силы  $P$  (фиг. 6) на две параллельные ей составляющие  $A$  и  $B$ , данные по своему положению, решается просто. Отложив в плане сил силу  $P$ , выбрав произвольно полюс  $O$  и проведя лучи  $I$  и  $III$ , проводим их и в поле сил, начав с произвольной точки  $S$  на направлении силы  $P$ . Прямая  $AB$  даст тогда направление второго луча, при помощи которого, проведя из полюса  $O$  прямую  $OS$ , параллельную  $AB$ , разделим заданную силу  $P$  на две искомые составляющие  $A$  и  $B$ . Подобным же образом можно решить и обратную задачу, встречающуюся при определении реакций опор балок: найти две параллельные, данные по положению силы  $A$  и  $B$ , которые находились бы в равновесии с двумя другими данными параллельными силами  $P_1$  и  $P_2$  (фиг. 7). Строим для этих сил план сил, берем точку  $O$  за полюс и строим В. м., начав его со второго луча на



Фиг. 6.

направлении реакции  $A$ . Так как при равновесии В. м., равно как и силовой, должны быть замкнутыми, то искомые лучи  $I$  и  $V$  должны сливаться, а потому направление их определяется направлением замыкающей прямой  $ab$ . Проведя из полюса  $O$  прямую  $Os$ , параллельную  $ab$ , определяем реакцию  $A$  (как отрезок между лучами  $I$  и  $II$ ) и реакцию  $B$  (как отрезок между лучами  $IV$  и  $V$ ).

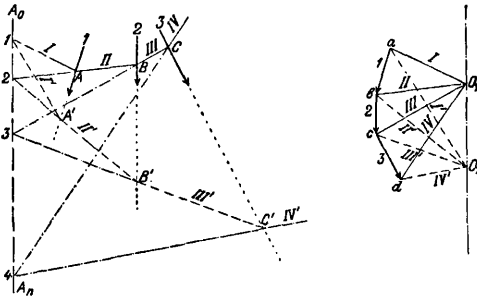


Фиг. 7.

В. м. обладает тремя степенями свободы при своем построении, так как полюс  $O$  выбирается произвольно (т. е. произвольными являются две координаты, для полюса—две степени); кроме того в поле сил построение В. м. начинается с любой точки на заданном направлении 1-й силы (еще одна степень свободы), изменение полюса влечет за собой изменение контура В. м., но все они

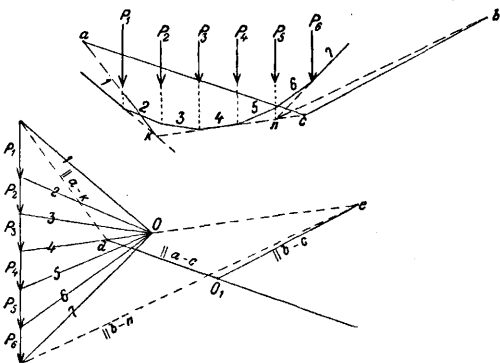
направлении реакции  $A$ . Так как при равновесии В. м., равно как и силовой, должны быть замкнутыми, то искомые лучи  $I$  и  $V$  должны сливаться, а потому направление их определяется направлением замыкающей прямой  $ab$ . Проведя из полюса  $O$  прямую  $Os$ , параллельную  $ab$ , определяем реакцию  $A$  (как отрезок между лучами  $I$  и  $II$ ) и реакцию  $B$  (как отрезок между лучами  $IV$  и  $V$ ).

будут связаны тем условием, что точки пересечения одноименных сторон В. м. (фиг. 8), построенных для одной и той же группы сил, но при различных полюсах, лежат на одной прямой  $A_0A_n$  (называемой полярной



Фиг. 8.

осью), параллельной оси  $O_1O_2$ —линии, соединяющей полюсы. Это непосредственно следует из того, что в любом четырехугольнике  $2BV'3$  в поле сил и в соответствующем ему четырехугольнике  $bO_1O_2c$  в плане сил три стороны, образующие его, и две диагонали взаимно параллельны, следовательно четвертые стороны  $2-3$  и  $O_1-O_2$  также параллельны; а т. к. отрезки  $1-2$ ,  $2-3$ ,  $3-4$  имеют общие точки, то прямая  $A_0A_n \parallel O_1O_2$ . Наличие трех степеней свободы дает возможность обуславливать построение В. м. любыми тремя (и менее) условиями. Примером может служить проведение В. м. через три заданные точки. На фиг. 9 дано такое построение для группы сил  $P_1, \dots, P_6$ , с условием, что первый луч должен пройти через точку  $a$ , последний—через точку  $b$ , а луч 4, между силами  $P_3$  и  $P_4$ , через точку  $c$ . Сначала выбираем полюс  $O$  произвольно, строим

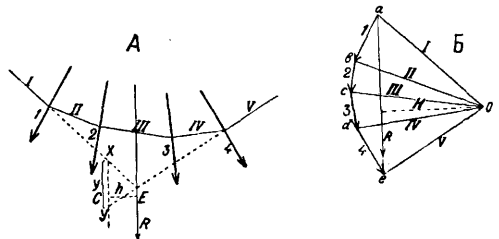


Фиг. 9.

1-й В. м. 1-2-3-4-5-6-7, начав построение с точки  $c$ , проведя через нее луч 4; затем строим влево лучи 3, 2, 1 и вправо лучи 5, 6 и 7. Точками  $k$  и  $n$  определяются положения равнодействующих  $R_1$  (сил  $P_1, P_2$  и  $P_3$ ) и  $R_2$  (сил  $P_4, P_5$  и  $P_6$ ). Проведя луч  $ak$ , мы тем самым заставим левую сторону мн-ка пройти через точки  $a$  и  $c$ . Этому мн-ку будет соответствовать новый полюс  $d$ . Аналогично лучом  $bn$  в правой части определяется мн-к, проходящий через точки  $c$  и  $b$ . Этому мн-ку соответствует новый полюс  $e$ . Т. к. по условию левые мн-ки своими крайними сторонами должны проходить через точки  $a$

и  $c$ , а все правые через точки  $c$  и  $b$ , то новый полюс  $O_1$ , удовлетворяющий условию прохождения общего мн-ка через точки  $a, c$  и  $b$ , определяется пересечением прямых  $dO_1 \parallel ac$  и  $eO_1 \parallel bc$ . При этом полюсе В. м. пройдет через все три заданные точки, и, так как все три степени свободы В. м. здесь использованы, построенный В. м. будет единственным возможным. Если за полюс принять начальную точку силового многоугольника  $a$ , то каждая из сторон В. м.  $R_1, R_2$  и т. д. (фиг. 2) дает положение и направление равнодействующих всех сил, предшествующих рассматриваемой стороне. Последняя сторона совпадает с равнодействующей всех отдельных сил (применение—кривая давления).

При помощи В. м. определяются статические моменты сил и грузов относительно любой точки плоскости. Пусть даны силы 1, 2, 3 и 4 и требуется найти их момент относительно заданной точки  $C$  (фиг. 10, А). Соединим данные силы в мн-ке сил и построим для них В. м. Проведем через точку  $C$



Фиг. 10.

прямую, параллельную  $R$ , и назовем через  $y$  величину отрезка ее между направлением крайних сторон В. м., а через  $H$ —расстояние равнодействующей  $R$  от полюса  $O$  (называемое полюсным расстоянием). Сравним два подобные тр-ка  $EXY$  и  $Oae$  и принимая во внимание, что момент составляющих сил равен моменту равнодействующей, можем написать:  $R : H = y : h$ , откуда  $Rh = Hy = My$ , т. е. статич. момент данных сил равен произведению полюсного расстояния  $H$  и их равнодействующей на величину отрезка  $y$ , отделяемого крайними сторонами В. м. на прямой, проведенной через заданную точку  $C$  параллельно  $R$ . Знак момента определяется по направлению вращения  $R$  относительно точки  $C$ . Следует заметить, что величина  $H$  из плана сил прочитывается в масштабе отложенных сил, а отрезок  $y$  из поля сил—в масштабе длин. Указанное свойство имеет большое приложение для вычисления изгибающих моментов в балках, когда данные силы параллельны. На фиг. 7—свободно лежащая на двух опорах балка с системой параллельных сил; требуется определить последовательно величины моментов сил, находящихся по левую сторону от точек  $c_1, c_2, c_3$  и т. д., относительно последних. В данном случае полюсное расстояние  $H$  для всех сил будет одно и то же. Данные силы  $A, P_1, P_2, B$  откладываются в плане сил и строим В. м. I-II-III-IV. Затем, по предыдущему, проводим через точку  $c_1$  прямую, параллельную равнодействующей, которая вертикальна, и находим отрезок  $y_1$  между крайними сторонами I и III. Тогда

произведение  $M_1 = y_1 H$  выразит искомую величину момента всех сил, лежащих левее точки  $c_1$ . Аналогично для второй точки,  $c_2$ ,  $M_2 = y_2 H$ , и т. д. Т. о., искомые значения моментов оказываются пропорциональными ординатам  $y$  сторон В. м. относительно первой стороны его и, следовательно, изменяются между двумя смежными силами по закону прямой. Величина равнодействующей  $Q$  сил на участке между силами  $P_1$  и  $P_2$  определяется в плане сил отрезком, заключенным между  $I$  и  $III$  лучами, и равна  $Q_n = A - P_1$ . Ее положение определяется в поле сил точкой  $C$  пересечения лучей  $I$  и  $III$  (фигура 7). Графически представленные законы изменения момента и равнодействующих всех левых сил по длине балки называются *эпюрами моментов* и *поперечных сил* (см. *Балки простые*).

Из рассмотрения фиг. 7 можно вывести зависимость:  $tg \alpha_2 = \frac{Q_2}{H}$  и вообще  $tg \alpha_n = \frac{Q_n}{H}$ .

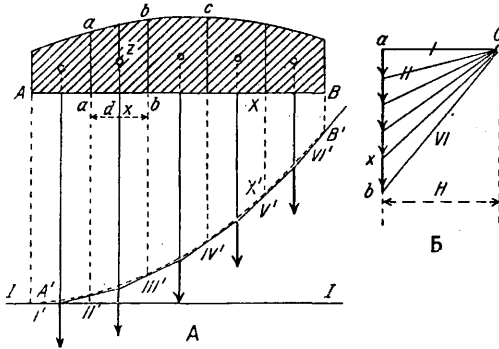
Так как  $\alpha_n$  есть угол, образуемый лучом  $n + 1$  относительно 1-го луча, то вообще

$$tg \alpha_n = \frac{dy_n}{dx}, \text{ но } y_n = \frac{M_n}{H}, \text{ а потому}$$

$$tg \alpha_n = \frac{dy_n}{dx} = \frac{d}{dx} \left( \frac{M_n}{H} \right) = \frac{1}{H} \cdot \frac{dM_n}{dx},$$

откуда  $\frac{dM_n}{dx} = Q_n$  (теорема Шведлера). Т. о. производная от момента внешних сил для какой-либо точки балки равна поперечной силе для этой балки.

Если вместо сосредоточенных грузов будет иметь место непрерывно распределенная сплошная нагрузка (фиг. 11), то ее можно рассматривать как систему бесконечно большого числа бесконечно малых грузов, расположенных бесконечно близко друг к



Фиг. 11.

другу. Для такой системы сил В. м. обратится в плавную кривую, называемую *веревочной кривой* в той. Заданную сплошную нагрузку переменной интенсивности  $z$  делят вертикальными прямыми  $aa'$ ,  $bb'$  и т. д. на ряд участков, определяют нагрузку, соответствующую каждому участку, и эти нагрузки откладывают в определенном масштабе на мн-ке сил (фиг. 11, Б). Система лучей, проведенных через произвольный полюс  $O$  к началу и концу каждого из отложенных отрезков  $I, II, \dots, VI$ , определит направления сторон В. м.  $I', II', \dots, VI'$ . Искомая веревочная кривая будет являться вписанной в построенный В. м. Точками касания явля-

ются точки пересечения сторон В. м. с вертикальными прямыми, разделяющими заданную сплошную нагрузку на ряд сосредоточенных сил. Это следует из того, что на границе участков ординаты В. м. и искомой веревочной кривой д. б. одинаковы, т. к. и та и другая ординаты определяют на границе участков момент всех сил, расположенных левее этой границы, а силы у них общие. При расположении полюса  $O$  с левой стороны, кривая, очевидно, будет являться описанной около веревочного многоугольника.

Так как направления касательных параллельны соответствующим лучам мн-ка сил, то отсюда можно вывести дифференциальное ур-ие веревочной кривой. Действительно, для касательной в точке  $x'$  имеем:

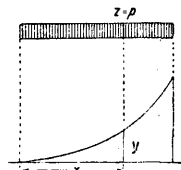
$$y' = tg \alpha = \frac{1}{H} \sum_a^x z \cdot dx = \frac{\int z \cdot dx}{H}.$$

Дифференцируем, имеем:

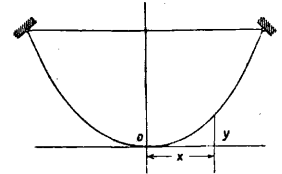
$$y' dx = \frac{z \cdot dx}{H}, \text{ откуда } y'' = \frac{z}{H}.$$

Это и есть дифференциальное уравнение веревочной кривой.

Если закон изменения интенсивности нагрузки  $z$  нам известен, то путем интегрирования полученного выражения можно найти ур-ие соответствующей веревочной кривой.



Фиг. 12.



Фиг. 13.

1-й случай. Сплошная нагрузка равномерно распределена вдоль горизонтальной оси. Величина  $z = p$  будет постоянной (фиг. 12). Т. о.  $y'' = \frac{p}{H}$ . Интегрируя, имеем:

$$y' = \frac{p}{H} x + C; \quad y = \frac{p}{H} \cdot \frac{x^2}{2} + Cx + D.$$

Постоянные интегрирования м. б. определены, если задано по условию положение той прямой, от к-рой надлежит производить отсчеты ординат. Так, напр., если направление  $I$  луча должно являться такой прямой, то имеем, что, при  $x = 0$ ,  $y' = y = 0$ . Подставляя эти значения абсцисс и ординат в выражения  $y'$  и  $y$ , получаем  $C = D = 0$ , и уравнение веревочной кривой примет вид:  $y = \frac{px^2}{2H}$ , т. е. веревочная кривая представляет собою параболу.

2-й случай. Сплошная нагрузка равномерно распределена по длине той кривой, какою д. б. сама веревочная кривая (собственный вес тяжелой гибкой нити). В этом случае веревочная кривая представляет собою цепную линию, т. е. ту форму, которую принимает подвешенная в двух точках гибкая тяжелая (но нерастяжимая нить) под влиянием собственного веса  $q_0$  кг/м (фиг. 13). В данном случае

$$q_x = q_0 \sqrt{1 + \left( \frac{dy}{dx} \right)^2},$$

где  $\frac{dy}{dx}$  — производная от ур-ия искомой веревочной кривой. Т. о. дифференциальное уравнение цепной линии:

$$y'' = \frac{q_0}{H} \sqrt{1 + (y')^2}.$$

Интегрируя выражение дважды и выбирая начало координат, как указано на фиг. 13, имеем:

$$y = \frac{H}{2q_0} \left( e^{\frac{q_0}{H}x} - e^{-\frac{q_0}{H}x} \right).$$

Величина полного расстояния  $H$  определится из условия, что длина цепной линии

$S = \int_0^S ds$  равна заданной длине троса.

Одно из самых важных приложений ур-ия веревочной кривой в строительной механике основано на совпадении этого ур-ия с ур-ием упругой линии — изогнутой оси балки (см. *Упругая кривая*).

Лит.: В е л и х о в П. А., Теория инж. сооружений, вып. 1, М., 1924; Т и м о ш е н к о С. П., Курс

**ВЕРЕТЕННИК**, пучинник, просмалившаяся под влиянием развития грибка *Rigidium pini* часть соснового ствола, дающая волчковое смоле. Просмаливается одна заболонь и притом настолько сильно, что смолокору часто используют для добычания смолы только ее, выкалывая ядровую древесину. Содержание смолы составляет около 30% от веса просмолившейся древесины. На этом смоле основан смолокурный промысел в Повенецком округе Карельской республики, в других же местах его используют попутно с пневым осолом и смольем-подсочкой. См. *Смола*.

**ВЕРЕТЕННЫЕ МАСЛА**, смазочные минеральные масла, получаемые путем перегонки нефтяного мазута в виде фракций, следующих за тяжелыми соляровыми маслами и предшествующих машинным маслам. Применяются для смазки прецизионных механизмов или инструментов и быстроходных, легко нагруженных частей. Различные сорта В. м., выпускаемых Нефтесиндикатом, и свойства их сопоставлены в таблице.

Веретенные масла Нефтесиндиката по данным 1927 г.

Название масла	Уд. вес при 15°	Вспышка		Вязкость по Энглеру при 50°	Цвет по Штаммеру не ниже (в мм)	Нагревая проба не ниже	t° заст. не выше	Назначение
		не ниже	способ испытания					
Веретенное 0 (Велосит Л)	0,865—0,875	120° 120°	По Бр. * По М.-П.**	1,3—1,4	12	1	—	Для веретен ватеров и кружилных машин хл. бум. и шерст. произ-ства
Веретенное 1 (Велосит Т)	0,875—0,885	140° 150°	По Бр. По М.-П.	1,5—1,6	12	1	—	Для веретен селфакторов (мюлей)
Веретенное 2 (Веретенное Л)	0,890—0,895	165°	По Бр.	2,0—2,2	60	3	-20°	Для веретен селфакторов (мюлей)
Веретенное 3 (Моторное Л)	0,895—0,905	170°	По Бр.	2,8—3,2	35	3	-15°	Для веретен льнопряд. ватеров, для ткацких станков и для машин приготавлив. отделений хл. бум., льнопрядильного и шерстян. производства
Турбинное Л	0,885—0,905	175°	По Бр.	2,9—3,2	—	—	-15°	Для подшипников паровых турбин, при чем требуется отсутствие учитываемого эмульсион. слоя при испытании по Конрадсону, содержание золь > 0,02 и орган. к-т по пересчету на SO <sub>2</sub> < 0,01%.

\* По Бренкену. \*\* По Мартенсу-Пенскому.

статии сооружений, ч. I, Л., 1927; П р о с к у р я к о в Л., Строительн. механика, ч. I, М.—Л., 1926; Ж у к о в с к и й Н. Е., Теоретическая механика, ч. I (статика и графостатика), М., 1925. Н. Б е з у х о в.

**ВЕРЕСК**, *Calluna vulgaris* Salisb. из сем. Ericaceae, низкорослый кустарник, распространенный в сев. и центр. Европе и в СССР. В. растет на горяных и песчаных почвах, преимущественно в сосновых лесах, образуя иногда громадные заросли, чему способствует его особенность — давать обильные корневые отпрыски. В. достигает 0,3—1,0 м высоты, медоносен, цветет маленькими розовыми цветами, охотно посещаемыми пчелами. Листья В. могут заменить хмель. Растение принадлежит к дубителям и красящим (окрашивает в желтый цвет). После сжигания В. получается много золы с богатым содержанием поташа. В. часто служит показателем бедности песчаных почв и наличия в них особых орштейновых образований.

В. м. не содержат асфальтов; содержание органич. к-т (по пересчету на SO<sub>2</sub>) 0,21%; чистых нафтеновых кислот 1,9%, смол 3,8%; иодное число очищенных В. м. около 2, а дистиллата — ок. 6. Цена 1 кг В. м. в Москве за 1890—1915 гг. в среднем была 15,8 к., а в феврале 1926 г. — 13 к.

Лит.: Г у р в и ч Л. Г., Научные основы переработки нефти, 2 изд., М.—Л., 1925; Б а у м а н А. Г., Смазочные масла СССР и техника их применения, ч. I—II, М., 1925—27; Нефтесиндикат, Таблица технических норм нефтепродуктов, Москва, 1927; Справочник по нефтяному делу, Москва, 1925; H o l d e D., Kohlenwasserstofföle und Fette, 6 Auflage, Berlin, 1924. П. Ф л о р е н с к и й.

**ВЕРЕТЕНО**, в мукомольном деле, вертикальный вал, приводящий в движение вращающийся, б. ч. верхний, камень (бегун) жернового постава, с которым он соединен посредством пароплицы; последняя помещена на верхней конической части В. и закрепляется шпонкой. Верхняя

часть В. удерживается особой вертикальной втулкой-кружловиной, расположенной на высоте нижнего камня; в нижний конец веретена вставляется пята, опирающаяся на подпятник, вложенный в подвижной стакан, поднимая или опуская который, а вместе с ним и верхний камень, посредством особых рычагов, можно регулировать расстояние между рабочими поверхностями камней, а следовательно, и крупноту помола (конструкция—см. *Жерновой постав*).

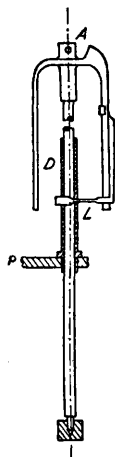
**ВЕРЕТЕНО**, быстро вращающаяся деталь прядильной машины, производящая крутку пряжи и наматывание ее на катушку. В зависимости от рода обрабатываемого волокна и от положения в процессе производства веретена имеют различные устройства. По числу работающих веретен первое место занимают хлопкопрядильные, как видно из данных следующей таблицы:

Число веретен.

Страна	Веретена в млн. штук	
	хлопкопрядильные	льняные
Англия . . . . .	56,71	1,12
С.-А. С. Ш. . . . .	37,88	0,07
СССР . . . . .	5,94	0,38
Франция . . . . .	9,5	0,55

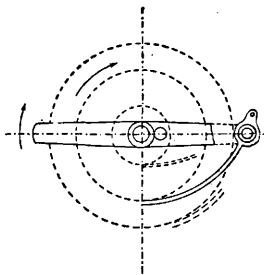
Благодаря такому распространению конструкция хлопкопрядильного В. является наиболее разработанной и усовершенствованной и отличается исключительным разнообразием: существует несколько десятков типов. Хлопкопрядильные В. разделяются по машинам на банкаброшье, мольные, ватерные, крутильные и перемоточные. Основным назначением веретена является крутка пряжи и затем наматывание ее на катушку. Почти всегда веретено выполняет обе эти задачи, и только в мотальных машинах крутка отсутствует.

Первую операцию по крутке и намотке ровницы выполняют банкаброшье В. Само В. представляет собою (фиг. 1) стальной круглый стержень диаметром 14—20 мм и длиной 85—90 см в зависимости от типа машины. Для предотвращения вибраций В. ему придают солидные опоры. Нижний конец стержня, заточенный на конус, опирается на самосмазывающийся подпятник. Верхний подшипник, т. н. горловой, выполняется в виде длинной втулки D, крепко привернутой к каретке P. Во время работы каретка качается вдоль стержня, благодаря чему расстояние между подшипниками изменяется. Ровница (см. *Хлопкопрядение*) направляется в рогульку C, соединенную с утоненной верхушкой В. при помощи прорезанного на нем поперечного углубления, куда погружается шпилька, вставленная поперек трубчатой части рогульки. Этим достигается вращение В. и рогульки как одного целого. Пройдя сквозь отверстие A



Фиг. 1.

в верхушке рогульки, ровница направляется в трубчатую ветвь, обгибает лапочку L и поступает на деревянную катушку. Таким обр. один конец ровницы зажат в цилиндре, а другой вращается вместе с В., т. е. первая задача, закручивание ровницы, осуществляется. Одновременно с этим В. производит наматывание на катушку при помощи той же рогульки и лапочки. Роль последней, помимо направления ровницы, заключается в легкой прессовке навивающегося материала. Лапочка состоит из двух частей—горизонтальной и вертикальной, при чем последняя значительно тяжелее первой. В некотором среднем положении (фиг. 2) обе ветви рогульки уравновешены, в остальные моменты уравновешенности уже нет. При вращении тяжелая вертикальная часть стремится отойти от оси В., благодаря чему горизонтальная часть нажимает на катушку. В различные моменты намотки давление лапочки неодинаково: в начале процесса

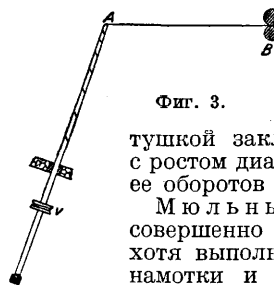


Фиг. 2.

мотки оно наибольшее, в конце—наименьшее, поэтому и плотность ровницы на катушке неодинакова. Для намотки ровницы, выпущенной цилиндрами, достаточно было бы дать В. небольшое число оборотов, но т. к., кроме того, ровницу надо скрутить, приходится значительно повышать это число для различных машин до 100—1 200 об/м. Чтобы увязать эти два противоположных требования, катушку заставляют также вращаться в одну сторону с веретеном. В хлопкопрядении принята система с опережающей катушкой, делающей число оборотов большее, нежели В. Разность в окружных скоростях идет на намотку. Для сохранения постоянства этой разности, по мере роста диаметра катушки, необходимо ввести изменение угловых скоростей либо веретена либо катушки. Обычно веретено, как более тяжелая деталь, имеет постоянную скорость, а катушке при

помощи коническ. барабанчиков сообщается переменная скорость. Преимущество устройства с опережающей катушкой заключается в том, что с ростом диаметра катушки число ее оборотов понижается.

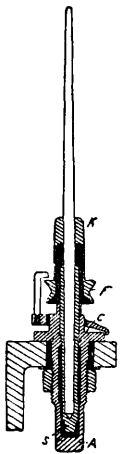
Мюльные В. работают по совершенно другому принципу, хотя выполняют те же функции намотки и крутки. На мюлях (сельфакторах) эти операции производятся последовательно; сначала пряже дается крутка и затем она наматывается. Производится это следующим образом. Стальное веретено (фиг. 3), имеющее слегка конич. форму, располагается в каретке наклонно. При отходе каретки В. вращается, и пряжа ложится на него по катушке винтовой



Фиг. 3.

линии. На каждом обороте верхний виток соскакивает и дает одно кручение пряже на участке *AB*. Для производства этой операции особое значение имеет конусообразная форма веретена, чем достигается легкое соскальзывание нити. Окончив крутку, *B*, подходит к цилиндрам и наматывает на себя нить. Для сохранения постоянства окружной скорости *B* в этот период делает переменное число оборотов. *B* вращается от жестяного барабанчика шнурком через блокчок *V*, расположенный ближе к хвосту *B*. Конструктивное устройство *B* чрезвычайно простое. *B* опирается конической пяточкой в подпятник, а выше блокчок поддерживается подшипником. Смазка производится вручную периодически, через 4 ч. Несмотря на простоту устройства, качество *B* весьма высокое, что дает возможность работать на них с числом об/м. до 11 000. Производительность для средних *B*. 58 г в 10 ч. Размеры, как и всегда, определяются подъемом от 100 до 150 мм.

Мюльные *B*. постепенно вытесняются в ватерными, которые производят крутку и намотку одновременно и, следовательно, дают значительно большую производительность. Некоторые специальные условия не позволяют наматывать пряжу на ватерах непосредственно на голое *B*. Чаще всего на *B*. насаживают деревянные шпули, но т. к. изготовление строго центрированных шпуль трудно, то при вращении *B*. начинает бить. Устранение вибрации являлось основной задачей конструирования ватерных веретен. *B*. так назыв. подвесного типа Раббега имеют следующее устройство (фиг. 4). В гнезде *A*, привернутом наглухо к раме машины, подвешена на заплечках *c* втулка *s* так, что она может свободно качаться. Шпиндель *B*. вставляется во втулочку и соприкасается с нею только на небольшом участке своим нижним коническим концом и вверху цилиндрическим против блокчка. Промежуток между опорами служит резервуаром для масла, при чем через небольшие отверстия во втулке масло сообщается с внутренней частью гнезда. *T*. о. в каждом веретене имеется значительный запас масла. Во время вращения *B*. масло поднимается по коническ. хвосту до края втулки и стекает по особым прорезям вниз в гнездо, т. е. происходит постоянная циркуляция масла, что позволяет менять его раз в 2—3 месяца. Для смены масла машину останавливают, во избежание чего предложены конструкции, позволяющие менять масло на ходу. На шпиндель под большим давлением насаживается колпачок *K* с блокчком *F*; через последний передается шнурком, иногда лентой, движение *B*. На верхнюю часть колпачка, где часто имеется специальная чашечка, насаживается шпуля. Расположение верхней опоры *B*. в плоскости действия шпуля имеет целью разгрузить *B*. от изгибающих усилий; однако на практике большин-

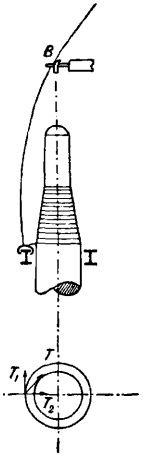


Фиг. 4.

ство заводов не выполняет этого правила. Некоторые специалисты предпочитают конструкцию *B*., несколько измененную в том смысле, что втулка заземляется своим нижним концом в гнезде и не может качаться. Такие *B*. называются опорными. Это небольшое изменение заставляет, однако, *B*. работать по другому принципу. *B* то время как свободная втулка имеет целью дать *B*. в работе возможность самому найти необходимое положение для спокойной работы, опорные *B*. являются жесткой конструкцией и, в случае неполной уравновешенности (что нередко и бывает), дают вибрации. Исследование ватерных *B*., ведущееся с 1926 года проф. А. П. Малышевым в Кабинете прикладной механики Моск. текст. института, показывает, что, при определенном числе оборотов, у опорного *B*. неизбежно должно появиться явление резонанса, т. е. наступит критич.

скорость. Понятно, что в этих условиях *B*. находится под угрозой поломки и, кроме того, рвет нить. В подвесных *B*. теоретически этого явления не может быть, так как волчок критической скорости не имеет и его верхушка может иметь лишь спокойное прецессионное движение.

Ватерные *B*. укрепляются неподвижно на раме машины и имеют постоянное число оборотов. Для того, чтобы было возможно наматывать пряжу, вдоль *B*. качается планка с укрепленным в ней кольцом (фиг. 5). По кольцу может свободно двигаться металлич. скобочка — бегунок. Нить из глаза проходит под бегунок и оттуда на шпулю. При вращении нить увлекает за собой бегунок, к-рый трением о кольцо под действием центробежной силы слегка тормозится и отстает от *B*. Благодаря получаемой разности в числа оборотов возможно наматывание. При изменении диаметра намотки бегунок автоматически изменяет свое число оборотов и т. о. сохраняет постоянной длину наматываемой нити. На фиг. 5 это показано в плане. Натяжение нити *T* можно разложить на две составляющих:  $T_2$  натягивает нить, а  $T_1$  дает движение бегунку. При увеличении диаметра  $T_1$  также увеличивается, и бегунок начинает вращаться скорее. При диаметре, равном 0,  $T_1$  будет равно 0, и движение тогда невозможно. Практически уже при определенном соотношении между diam. кольца и намотки нить обрывается. Этим объясняется необходимость надевания на веретено толстых шпуль. Ватерные *B*. работают при больших скоростях от 6 000 до 10 000 об/м. и поэтому изготавливаются весьма тщательно. Обычно для них употребляется углеродистая мартеновская сталь, приготовленная как на кислом, так и на основном поду. Процентное содержание элементов может быть принято: 0,6—1,1% C; 0,2—0,3% Si; 0,5—0,7% Mn; 0,03—0,06% S; 0,03—0,06% P. Закалка веретена дается



Фиг. 5.



неравномерная по длине, наибольшая в пяточке, где желательнее иметь мартенситовое строение, и наименьшее под блочком, где структура цементит-сорбитовая, близкая к перлиту. Принят. размеры 127—140—152 мм, в зависимости от номера пряжи. Производительность одного В. для № 32—34 за 10 часов равна 100 г.

Крутильные ватерные В. конструктивно схожи с прядильными. Отличие их лишь в более солидных размерах и тормозах, помощью которых работница останавливает веретено при обрыве нити.

В. мотальных машин выполняют только одну функцию перематывания. Веретена различны для основной и для уточной пряжи и, кроме того, в конструктивном отношении весьма разнообразны. Нить свободно сходит с початков, шпудлей и мотовила и наматывается на деревянные катушки или картонные патрончики в крестовой мотке. Благодаря этому нет необходимости вводить механизмы для сохранения постоянства скорости нити: по мере роста диаметра растет и скорость схода нити. Правильность и форма намотки регулируется водком. Вращение веретена передается или через блокоч или же фрикционом. Обычно эти В. снабжены остановом на случай обрыва нити; в некоторых конструкциях, во время обрыва, фрикционные диски разъединяются. В виду отсутствия крутки число оборотов мотальных В. значительно ниже прядильных, б. ч. нить имеет скорость 80—300 м/мин.

Шерстопрядильные В. по своему устройству близки к хлопкопрядильным. В аппаратном прядении применяются преимущественно мюльные В., которые можно разбить на три главные группы по длине: 480—465—445 мм, при толщ. стержня 9—9,5 мм. Форма шпинделя достаточно сложная: по длине 12 мм (не считая коническ. остря), пяточка остается цилиндрической. Дальнейшая часть, высотой 25 мм, представляет тело вращения, у которого образующая—дуга окружности радиуса 100 мм. Нижняя часть стержня до блокоч обычно цилиндрическая, а выше—слабо коническая и, наконец, вершина В. профилируется по сложной кривой. Диамет. блокоч колеблются от 25 до 28 мм в зависимости от крутки пряжи. Конструктивно В. ничем не отличается от обычного мюльного В. Правда, в последнее время з-дом Гриммер и Форкерт предложена новая конструкция самосмазывающихся подшипников следующего устройства: вдоль каретки, у пяточек и у верхних подшипников, проходят корытца, наполненные маслом. Против каждого В. имеется фитиль, который и смазывает постоянно веретено. Масло наливается с концов машины. Практически до сих пор не выяснено, насколько может отразиться трение фитилей о веретено на потреблении энергии.

В камвольном прядении употребляются банкаброшные, мюльные и ватерные В.

Банкаброшные В. имеют некоторое отличие от хлопкопрядильных. Во-первых, прессующая лапка отсутствует, и ровница проходит на катушку через круглый глазок в нижней части ветви рогульки; во-

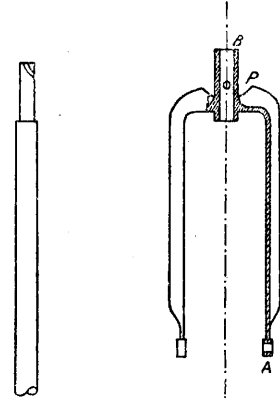
вторых, катушка получает движение натяжением нити. В. имеет постоянную скорость и при вращении увлекает нить катушку. Чтобы создать необходимую для намотки разность скоростей, под катушку подкладывают суконные кружки, к-рые тормозят катушку и заставляют ее несколько отставать от рогульки. По мере роста диаметра увеличивается вращающий момент от натяжения нити, и катушка получает большую скорость. Конструкция В. отличается солидностью. Число об/м. обычно 150—900.

Ватерные В. в шерстопрядении встречаются трех типов: рогульчатые, кольцевые и колпачные.

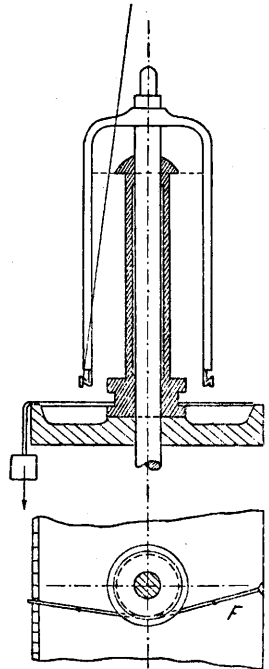
Рогульчатые В. работают, как и банкаброшные, и отличаются только значительно меньшими размерами; они употребляются для грубой шерсти. В колпачн. веретенах роль бегунка выполняет желез. колпач. Нить, проходя на шпудлю, трется о кромку колпача и затормаживается. Благодаря небольшому трению на ватерах этих возможно дать В. большее

число об/м. (до 4 000—5 000). Кольцевые веретена, применяемые для тонкой шерсти, принципиальных отличий от хлопкопрядильных не имеют.

Льняные банкаброшные В. (фиг. 6) выполняются с незначительным изменением по типу хлопковых. Прессующая лапка отсутствует, и ровница проходит в глазок А. Обе ветви рогульки делаются трубчатыми со слабо винтовой прорезью для завода ровницы. Горловой подшипник обычно бывает коротким, и для предохранения веретена от вибраций на часть В рогульки надевается специальная доска с отверстием, играющ. роль верхнего подшипника. Для укрепления рогульки на верхней части В. имеется винтовая прорезь, куда заводится пуговка Р рогульки. На фабриках применяются исключительно В. с опережающей рогулькой. Перемена скорости катушки достигается помощью конических барабанчиков.

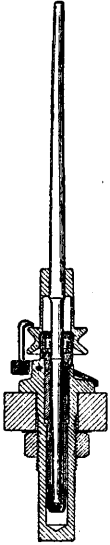


Фиг. 6.



Фиг. 7.

Ватерные льняные веретена делают всегда рогульчатыми. Ветви рогульки сплошные, и нить переходит прямо в глазок (фиг. 7). Для получения торможения катушки устраивается специальный тормозной шнурок *F*. Во избежание износа втулочек верхних подшипников, в некоторых конструкциях применяются конические шейки и втулки. По мере изнашивания, подпятник опускается винтом, и веретено устанавливается на надлежащей высоте. Движение *B* передается шнурком от жестяного барабана на блочок. В новых конструкциях вместо шнура употребляют ленту и помещают блочок на линии подпятника, так что веретено разгружено от изгибающих усилий. Вышеприведен. описание не охватывает всех *B*. В шелковом, пеньковом, вязозном и т. п. производствах применяются также веретена несколько других конструкций. Однако по принципам своей работы они не отличаются от приведенных выше.



Фиг. 8.

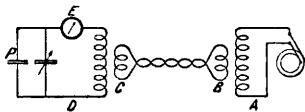
В виду того, что *B*. работают при высоких числах оборотов и потребляют до 70% энергии, затрачиваемой на всю машину, заводы неоднократно пытались ввести конструкции на шариковых опорах. Однако такие конструкции не оправдали себя, и только лишь в последнее время появились веретена SKF Norma (фиг. 8), к-рые могут рассчитывать на широкое распространение. Веретена Norma обычно подвесного типа, имеют в верхней опоре роликовый подшипник. Достоинством этих *B*., помимо легкого хода, является расположение верхнего подшипника в плоскости действия шнура, что освобождает веретено от изгибающих усилий. Эти *B*. в настоящее время испытываются в Кабинете прикладн. механики Моск. текст. института на нагревание, прочность и вибрацию. О вибрации *B*. см. *Вибрации*.

Лит.: Таггарт В. С., Прядение хлопка, Москва, 1926; Чиликин Н. М., Лен и льнопряд. производство, М.—Л., 1926; Федоров С. А., Механическое, технологическое вешеств. М., 1901; Жегов, Ватерные веретена, «Изв. О-ва содействия мануф. пром.», М., 1900—01; Канарский Н. Я., Шерсть и ее обраб., М., 1923—24; Johannsen O., Handb. d. Baumwollspinnerei, Lpz., 1902; Holtz O., Kraftbedarf von Ringspindeln, «Osterr. Woll-Ind.», Berlin, 1898.

И. Бобарынов.

**ВЕРЕХА**, один из сортиментов жердьевого товара, из сосны или ели, имеющий 8—11 см в верхнем диам. при длине 10 м и более; употребляется для мачт на небольших судах, при сплачивании бревен и пр.

**ВЕРИГРАФ**, в е с о м е р, прибор для мгновенного, непрерывного и точного измерения веса движущейся полосы материала (резины, бумаги и т. п.); сконструирован Альбертом Алленом. Вериграф основан на способности электрического конденсатора менять емкость в зависимости от диэлектрических свойств вещества между пластинами. При-



ложенная схема поясняет принцип, на к-ром основано действие аппарата. *A*—генератор тока высокой частоты, *BC*—катушка (связи), *D*—настроенная цепь (контур), *E*—термогальванометр, *P*—конденсатор, между пластинами к-рого помещается испытуемая полоса резины, бумаги и т. п.

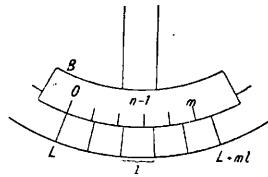
Лит.: «The Rubber Age», N. Y., 1927, v. 21, 10, p. 487, перевод помещен в журнале «Резиновая промышленность», 1928, 4.

**ВЕРНБЛЕЙ**, сырой свинец с примесью благородных металлов, получающийся в результате плавки свинцовых руд, содержащих эти металлы. *B*. имеет сложный состав. Содержание свинца в *B*. обычно 97,8—99%, серебра и золота 0,1—0,5%. Загрязняющие примеси в сумме составляют ок. 1—2% и подразделяются на 4 класса: 1) примеси, дающие с *Pb* твердый раствор, 2) дающие эвтектику, 3) дающие с *Pb* химич. соединения и 4) механически взвешенные в *Pb* и не сплавляющиеся с ним. Первый класс примесей равномерно распределен в *Pb*. Второй класс сконцентрирован в той части штыков, где остывание происходит позже всего. Присутствие примесей третьего класса зависит от растворимости химич. соединений в *Pb*. Примеси четвертого класса при охлаждении всплывают на поверхность *Pb*. Присутствие значительного числа примесей затрудняет опробование веркблей. Обработка веркблей состоит из трех операций: 1) первого рафинирования, 2) обессеребрения, 3) второго, или окончательного, рафинирования. См. *Свинец*.

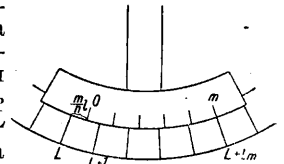
В. Ванюков.

**ВЕРНЬЕР**, н о н и у с, приспособление для уточнения отсчетов или прямолинейных или круговых масштабов (разделенных кругов). Для последних к кругу, разделенному на произвольные равные части длиной в  $l$  дуговых единиц, прилегает концентрич. дуга — *B*., равная  $n-1$  делений круга, но разделенная на  $n$  равных частей; нулевое деление *B*. служит указателем отсчета круга. Каждое деление *B*. на  $\frac{l}{n}$  короче делений круга: если нуль верньера (фиг. 1) совпадает с отсчетом  $L$  круга, то  $m$ -ое после нуля деление отстает на  $\frac{m}{n}l$  от отсчета  $L+ml$  круга. Если нуль *B*. (фиг. 2) лежит между отсчетами  $L$  и  $L+l$  круга и деление  $m$  *B*. совпадает с делением  $L+lm$  круга, то нуль *B*. впереди отсчета  $L$  на  $\frac{m}{n}l$ ; отсчет круга равен  $L + \frac{m}{n}l$ . Мож-

но брать дугу верньера равной  $n+1$  делений круга и делить ее на  $n$  частей; приемы отсчета те же, но оцифрование делений *B*. и круга идет в противоположные стороны. *B*. позволяет отсчитывать круг с точностью до  $\frac{1}{n}$  доли величины  $l$ . Если ни одно деление *B*. не совпадает с каким-либо делением круга,



Фиг. 1.



Фиг. 2.

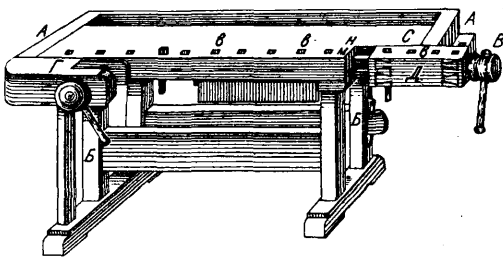
то, рассматривая ближайшие к совпадению штрихи, можно оценивать доли величины  $\frac{1}{n}$ . Верньер изобретен Пьером Вернье (1580—1637 гг.); иногда изобретение неправильно приписывают Педро Нуньесу (латинизированный Нониус).

**С. Казаков.**

**ВЕРОНАЛ**, диэтилбарбитуровая кислота, белый, кристаллич. порошок, без запаха, горьковатого вкуса, легко возгоняющийся,  $t_{пл}^{\circ} 191^{\circ}$ . Веронал легко растворяется в горячей воде, эфире, ацетоне, спирте, трудно — в холодной воде и хлороформе; водный раствор обнаруживает слабо кислую реакцию (на лакмус). В технике В. получается действием мочевины на диэтиловый эфир диэтилмалоновой кислоты в присутствии алкоголята натрия. В. применяется в медицине как лучшее снотворное средство; в медицине для этой же цели употребляется натриевая соль диэтилбарбитуровой к-ты, имеющая преимущество перед В., как лучше растворяющаяся в воде.

**ВЕРОНСКАЯ ЗЕМЛЯ**, зеленая земля, природная краска, состоящая из соединений закиси железа, кремнезема, глинозема, магнелии и окисей калия и натрия; добывается около Вероны в Италии, на о-ве Кипре и в некоторых других местах. Цвет краски чаще зеленый, но встречаются сорта оливкового цвета и других оттенков. Применяется В. з. как клева и масляная краска; в смеси с желтой дает красивые оригинальные тона; кроющая способность большая. От времени цвет краски меняется вследствие окисления главной составной ее части — закиси железа, которая постепенно переходит в окись. Иногда под названием В. з. продают глину, покрашенную анилиновыми или медными красками, что является, конечно, грубой фальсификацией.

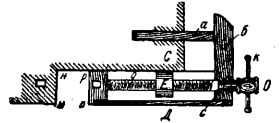
**ВЕРСТАК** столлярный предназначен для закрепления обрабатываемых частей дерева в целях надежного удержания их при обработке. Наиболее ходовой у нас верстак



Фиг. 1.

состоит из подверстака *Б* (фиг. 1), собранного из ряда связанных друг с другом брусков, и из верстачной доски *А* с задними или продольными тисками *В* и передними или поперечными *Г*. Устройство задних тисков показано на фиг. 2. В вырезе *мнС* верстачной доски помещается коробка *Д*, направляемая пазом в стенке *С* и бруском *а*, связанным с отрезком *б* коробки. Прямолинейно-возвратное перемещение тискам сообщается при помощи винта *о*, проходящего через связанную с верстачной доской неподвижную гайку *Е* и

снабженного головкой *О* с рукояткой *ж* для его вращения. Винт благодаря шейке *с* и направляющему ее штырю может только вращаться в коробке *Д*; продольно же он перемещается лишь вместе с нею, при чем гнездо *м, н, р* либо упирается либо суживается, чем и производится зажим в этом гнезде предметов. Передние тиски верстака устроены проще. В них винт сам зажимает предмет, помещенный между его концом и передней гранью верстачной доски, при чем, для



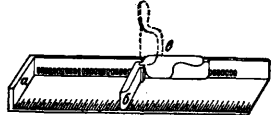
Фиг. 2.

устранения сматия обрабатываемого предмета винтом, между ним и предметом помещается передвигаемая в пазу прокладка. Упорами для зажимаемых задними тисками частей служат гребенки, вгоняемые в гнезда *в* (фиг. 1) верстачной доски и задних тисков. Гребенки вгоняются в гнезда так, чтобы их головки располагались ниже поверхности обрабатываемой части. Если на верстаке приходится укреплять очень длинные части доски или бруски, то один их конец зажимается в передних тисках или упирается в гребенку вблизи этих тисков, а другой опирается на так назыв. козелок, несущий переставной по высоте упор. В задней части верстачной доски имеется желобок для помещения используемых во время работы инструментов, а над верстачной доской обычно устраивают ящик для хранения инструментов. Ширина верстачной доски бывает 50—70 см, а длина 140—200 см.

Лит.: Нетык с А. М. А., Практич. курс столярного искусства, стр. 134—147, М., 1910; Песочки и Н., Обработка дерева, Л., 1925; его же, Столярное ремесло, М.—Л., 1927.

**М. Дешевой.**

**ВЕРСТАТКА**, прибор для производства ручного типографского набора, представляет собою полированную металлич. пластинку (б. ч. никелированную), длиной от 25 до 40 см и толщиной ок. 1 мм, согнутую вдоль под прямым углом так, что широкая сторона (дно) вмещает 10 строк



шрифта «корпус» (4 см); высота узкой стороны — около 2 см. Формат набора определяется двумя перпендикулярными к узкой стороне угольниками и строго параллельными друг к другу стенками, из которых одна *а* неподвижна, а другая *б* может быть закреплена на любом месте с помощью винта или рычажка *в*. На исправность этого последнего механизма должно быть обращено наибольшее внимание при выборе верстатки (стенка не должна отходить при закреплении набора). Новейшие В. (за границей) делаются с делениями по типографской системе и с зажимными приспособлениями при установке на определенный формат. Разновидности В. для особых видов типографского набора (корректорные и афишные — деревянные, табличные — металлические, с несколькими подвижными стенками) мало употребительны.

**С. Михайлов.**

**ВЕРСТАК**, заключительная и наиболее ответственная стадия типографского набора, состоящая в придании однообразного вида

книжных, журнальных или газетных страниц полосам (гранкам), обычно имеющим произвольное число строк. При В. оставляют необходимые пробелы, а также вставляют в набор рисунки, надписи, примечания и т. п., после чего лишь книга или газета приобретает свойственный ей привычный для нас вид. В зависимости от характера издания верстка может быть обыкновенная книжная, газетная, одно-, двух- или многоколонная (словари, журналы), иллюстрационная и т. п. Во всех случаях (а в последних в особенности) верстка требует значительного художественного вкуса, умения и находчивости, почему поручается лишь очень опытным наборщикам, прошедшим хорошую школу типографского дела, обычно называемым верстальщиками или метранпажками (от франц. *metteur en pages*).

Лит.: Бауэр Ф., Книга как создание печатника, пер. с нем., М.—Л., 1926. С. Михайлов.

**ВЕРТИКАЛЬНЫЕ КОТЛЫ**, см. *Паровые котлы*.

**ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПАРОВЫЕ МАШИНЫ**, см. *Паровые машины*.

**ВЕРТИКАЛЬНЫЙ КРУГ**, инструмент для измерения углов, лежащих в вертикальной плоскости. Колонна, вращающаяся около вертикальной оси, несет горизонтальную ось вращения, с которой связаны визирная труба и точно разделенный круг. Отсчеты круга производятся при помощи *верньеров* (см.) или специальных *микроскопов* (см.).

Лит.: A m b o n n L., Handbuch d. astr. Instrumentenkunde, В. 2, Berlin, 1906. С. Назанов.

**ВЕРФЬ**, место для постройки судов, спуска их на воду и ремонта. Обычно на В. строится лишь корпус судна с его оборудованием, главные же и вспомогательные механизмы доставляются на В. в готовом виде для установки на судно (на судостроительном з-де производится постройка судна в целом, т. е. корпуса и механизмов). В. располагается на берегу бухты или реки, имеющих достаточную водную площадь и глубину, необходимые для спуска и проводки строящихся судов. Помимо топографич. условий местности необходимо, чтобы В. была связана ж.-д. или водными путями с добывающими и обрабатывающими центрами страны, обеспечивающими В. дешевым строительным материалом и топливом, а также квалифицированной рабочей силой. Каждая судостроительная В. обычно предназначается для постройки судов однородных типов, — например крупных военных и коммерч. судов, миноносцев, судов внутреннего плавания, самоходных и несамоходных. В том случае, когда В. для постройки и ремонта военных судов находится в исключительном ведении морского ведомства, она называется адмиралтейством и имеет своей задачей, кроме постройки новых судов и их ремонта, обслуживать суда флота средствами снабжения.

В. для постройки судов должна иметь следующее оборудование. 1) Стапели, т. е. площадки для постройки корпусов строящихся судов и спуска их на воду, со всем их оборудованием в виде спусковых и подводных фундаментов, кранов, стрел и т. д. В прежнее время, особенно в странах с холодным климатом,

стапели устраивались закрытыми внутри каменных, деревянных или железных, достаточно хорошо застекленных элингов; однако все увеличивающиеся размеры судов заставили в настоящее время перейти к открытым стапелям как более дешевому и удобному способу постройки. В зависимости от своего расположения относительно береговой линии стапели бывают продольные, расположенные нормально к берегу, предназначенные для спуска судна кормой вперед, и поперечные — параллельные берегу, с к-рых судно спускается боком (лагом); последний вид стапелей очень часто встречается на В. для речных судов, особенно при сравнительно малой ширине реки. 2) Разбивочный плаз, занимающий иногда очень значительную площадь, на полу к-рого, окрашенном в черный цвет, прочерчивают мелом в натуральную величину обводы строящегося судна для изготовления по ним необходимых шаблонов. 3) Судостроительная мастерская, оборудованная кранами и разного рода станками, необходимыми для производства работ по холодной обработке отдельных частей корпуса судна, а именно: станками для обрезки листов, строгальными, вальцовочными, для отгибания фланцев, для проколки дыр в листах и угольниках, сверлильными и др.; отдельно расположенными калильными печами и при них чугунными плитами для обработки листовой и сортовой стали в горячем состоянии; кузницей с горнами, вагранками и небольшими паровыми молотами для производства легких судостроительных работ. 4) Сборочный плаз, где изготовленные в судостроительной мастерской и кузнице отдельные части корпуса собираются перед их установкой на стапеле. 5) Деревообделочная мастерская для производства плотничных и столярных работ на судне, при к-рой обычно имеется отделение для изготовления моделей штевней, рулей, кронштейнов, клюзов и пр. для отсылки их на механич. з-ды, а также моделей судов в малом масштабе для разбивки на них пазов и стыков обшивки, палуб и проч. 6) Мастерские вспомогательного значения: слесарно-сборочная для поделки и сборки мелких частей оборудования судна, цинковальная, медницкая, котельная, малярная, такелажная, парусная, блоковая, фонарная, купорная и др. 7) Шлюпочная мастерская, лесопильный завод, лесосушилка и канатный завод. 8) Для хранения строительных материалов и топлива склады леса, стали, угля и проч., а также магазины для хранения малых механизмов, изделий и снабжения. 9) Силовая станция, паровая или тепловая, для снабжения установок энергией и для подачи сжатого воздуха для пневматических инструментов, имеющих большое применение в судостроении. Верфь должна иметь водоснабжение, канализацию и противопожарные средства в виде стационарных устройств и пожарных судов. Оборудование В. дополняется целесообразно развитой системой рельсовых путей с вагонетками и кранами для переброски материалов и изделий со склада в мастерские, а из них уже на стапель. Обычно достройка

спущенных судов производится также на В., а потому д. б. целесообразно оборудованная подъездными путями и кранами береговая линия для стоянки судов и так назыв. бассейн для постройки судов. Береговая линия м. б. очень полезной для доставки на В. водой топлива, основных строительных материалов и т. д. Расположение складов, мастерских, стапелей, плаза и других учреждений В. должно удовлетворять всем требованиям рационализации производства в смысле наименьшего пробега материалов и изделий; этим же требованиям должно удовлетворять размещение станков и других механизмов в мастерских и на стапеле. В этом отношении многие современные В. стремятся к фабричному методу постройки судов (сериями) по возможности при малом числе типов, а также к стандартизации отдельных деталей корпуса судна и его оборудования.

Техническое бюро В., с его обширными и светлыми чертежными, светокопировальной или литографской мастерской, архивом чертежей и библиотекой, размещается в непосредственной близости от развешенного плаза, стапелей и мастерских. Весьма часто в одном с ним здании находятся заводоуправление, приемный покой, охрана верфи и т. д.

Забота о целесообразном использовании рабочей силы является мотивом для устройства дешевых столовых и мест для разумного отдыха на территории В.; точно также, в целях привлечения и сохранения основного кадра квалифицированных рабочих и техников, при В., удаленных от населенных центров, устраиваются рабочие поселки.

В., на к-рых должен производиться более или менее значительный ремонт судов, обладают кроме ремонтных мастерских соответствующими сухими и пловучими доками (см. Док), устройствами для подъема судов на берег (слипы и мортонеры элинги), пловучими кранами и т. д. Для производства приемных испытаний построенных судов вблизи В. должно иметься специально обсаженное и огражденное вежами водное пространство, т. н. «мерная миля», защищенное по возможности от ветра и течения. На наиболее крупных иностранных верфях имеются специальные бассейны для испытания сопротивления воды движению моделей строящихся судов.

При современном развитии судостроительной промышленности общая площадь В., несмотря на наиболее компактное и удобное размещение стапелей и мастерских, достигает значительных размеров, особенно, если прибавить водную площадь, непосредственно примыкающую к В. и предназначенную для ее надобностей. Чистый тип судостроительной В. в настоящее время встречается сравнительно редко, преимущественно в мелком судостроении внутренних бассейнов страны с преобладанием судов непарового флота. Помимо В. чисто кустарного характера для постройки приморских каботажных и промысловых морских деревянных судов, а также речных непаровых деревянных баржей, можно указать на крупные В. в СССР: б. Адмиралтейский з-д (ныне

судостроит. з-д им. Марти), Северная судостроит. верфь в Ленинграде, судостроит. з-д в Севастополе, б. з-д Русского об-ва парох. и торг. в Одессе. Остальные з-ды, как морские (Балтийский и Невский в Ленинграде, судостроит. з-ды в Николаеве), так и речные (Сормовский, Коломенский и др.), связаны с машиностроением. За границей имеется много полных заводов, но есть и В., на которых строятся только корпуса, а механизмы для них изготовляются на отдельных заводах. См. *Судостроительные заводы*.

Лит.: Дмитриев Н. И. и Колпачев В. В., Судостр. заводы и судостроение в России и за границей, СПб, 1909; Schwarz T. und v. Halle E., Die Schiffbauindustrie in Deutschland und im Auslande, B. 1, 2, Berlin, 1902; Jahrbuch d. schiffbautechnischen Gesellschaft, B., 1918—27; «GC», 1917—27; «The Shipbuilder A. Shipping Record», L.; «Werft, Reederei, Hafen», B.; «Schiffbau», Berlin.

**ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ** пути имеет своим назначением принимать на себя воздействия подвижного состава и передавать их вниз — на земляное полотно и искусственные сооружения (мосты, эстакады и т. п.).

### 1. Верхнее строение жел.-дор. пути.

В. с. жел.-дор. пути состоит из: 1) балласта, 2) шпал и 3) рельсов со скреплениями. Рассматриваемые вместе, земляное полотно и искусственные сооружения, в противоположность В. с., носят общее название *нижнего строения* (см.) пути.

**1. Балласт.** О его значении как составной части В. с. и о его классификации см. *Балласт железной дороги*.

**2. Шпалы.** Давление колес подвижного состава на рельсы не может достаточно надежно восприниматься непосредственно балластом, а потому все попытки создать тип В. с. без промежуточного элемента между рельсами и балластом не увенчались успехом. В качестве такого передаточного элемента прежде применялись отдельные под каждым рельсом опоры (каменные или металлические), затем продольные лежни (деревянные) и, наконец, общие под оба рельса поперечины. Практика ж.-д. дела показала, что последний тип В. с. по сравнению с другими имеет неоспоримые преимущества, главнейшие из которых следующие. При устройстве колеи на отдельных опорах и на лежнях поддержание рельсовых ниток в требуемом положении как по высоте, так и по расстоянию между ними более затруднительно; создаются также затруднения при столь часто встречающейся на практике нужде в поперечных перемещениях (сдвигках) колеи. При укладке пути на продольных лежнях балласт под последними вследствие подбивки и переработки настолько измельчается и уплотняется, что становится в короткий срок непроницаемым для воды, к-рая задерживается в середине колеи и затрудняет поддержание ее в исправности. Колея, устроенная на шпалах, лишена указанных недостатков, почему в настоящее время шпалы почти исключительно и применяются на ж. д. Назначение шпал в верхнем строении: 1) принимать на себя давления от рельсов, 2) передавать эти давления балластному слою и 3) служить для рельсов колеи жел.-дор. пути прочной взаимной связью и удобным местом прикрепления их.

А. Материал и размеры шпал. В практике ж. д. известно применение шпал деревянных, металлич., железобетонных и составных из железа и дерева, при чем в подавляющей степени преобладают деревянные шпалы. В частности, на дорогах сети СССР применяются исключительно деревянные шпалы, шпалы же прочих родов укладывают лишь на опытных участках в целях определения их технич. и экономич. ценности. На наших магистральных ж.д. нормального типа (с колеи в 1 524 мм) длина шпал для главных путей установлена в 2,70 м. На магистралях облегченного типа, подъездных, а равно и станционных путей нормальная длина шпал—2,50 м. Отступления от установленной длины допускаются в каждую сторону не более 0,05 м, при чем число укороченных шпал не должно превышать 5% от общего количества укладываемых шпал. Деревянные шпалы допускаются у нас дубовые, сосновые, лиственничные, буковые, кедровые, пихтовые и еловые, при чем на главных путях магистральных ж. д. пихтовые и еловые шпалы — в количестве не более 10% от числа всех лежащих на указанных путях шпал. Нормальные типы шпал для дорог различных категорий и путей разного назначения, а равно расчетные данные элементов поперечных сечений этих шпал, соответствующие минимальным значениям *W* и *I*, указаны в табл. 1 и 2 и на фиг. 1 (размеры на фиг. даны в мм).

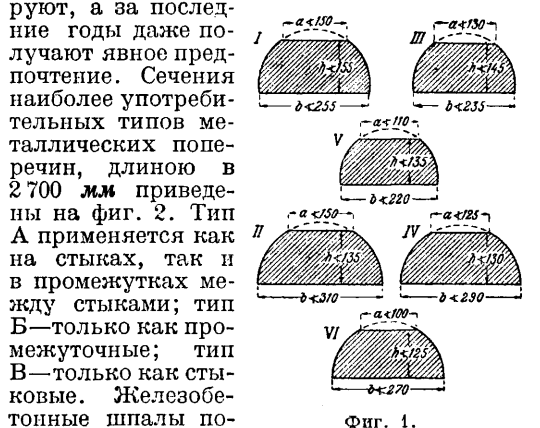
Табл. 1.— Размеры нормальных шпал на ж. д. СССР.

Типы шпал	Толщина шпал	Ширина верхней постели	Ширина нижней постели	Наименование дорог и путей, на к-рых применяются указанные типы шпал	
					в см, не менее:
Брусковые	I	15,5	15,0	25,5	Гл. пути магистральн. ж. д. норм. типа
	III	14,5	13,0	23,5	Для дубовых шпал—гл. пути магистральн. ж. д. норм. типа, для прочих—гл. пути магистр. ж. д. облегч. типа и подъездн. пути
	V	13,5	11,0	22,0	Станционные пути
Пластинные	II	13,5	15,0	31,0	Гл. пути магистральн. ж. д. норм. типа
	IV	13	12,5	29,0	Для дубовых шпал—гл. пути магистральн. ж. д. норм. типа, для прочих—гл. пути магистр. ж. д. облегчен. типа и подъездные пути
	VI	12,5	10,0	27,0	Станционные пути

Табл. 2.— Расчетные размеры (в см) элементов поперечных сечений разных типов шпал (*W* и *I*—по отношению к горизонтальной оси п. т.).

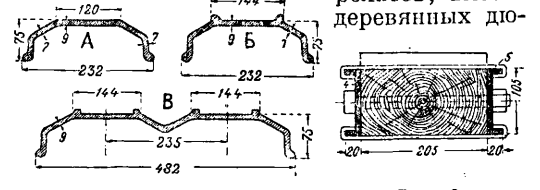
Типы шпал		Толщина шпал	Ширина верхней постели	Ширина нижней постели	Площадь сечения в см <sup>2</sup>	Момент инерции в см <sup>4</sup>	Момент согр. в см <sup>3</sup>
		<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	$\omega$	<i>I<sub>min</sub></i>	<i>W<sub>min</sub></i>
Брусковые	I	15,5	15,0	25,6	376,9	7 011	848
	III	14,5	13,0	23,8	323,6	5 208	670
	V	13,5	11,0	21,96	274,8	3 816	524
Пластинные	II	13,5	15,24	31,0	356,8	5 027	682
	IV	13,0	12,84	29,0	317,3	4 099	573
	VI	12,5	10,2	27,0	279,4	3 284	473

Металлич. поперечины наибольшее распространение получили на дорогах Германии и Швейцарии. Однако и там деревянные шпалы все время успешно с ними конкурируют, а за последние годы даже получают явное предпочтение. Сечения наиболее употребительных типов металлических поперечин, длиною в 2 700 мм приведены на фиг. 2.



Фиг. 1.

распространение на итальянских жел. дор. Для прикрепления рельсов в тело шпалы закладывают дюбели из дерева крепких пород. За последнее время известно также применение асбестоновых шпал системы Волле, в которых для прикрепления рельсов, вместо деревянных дю-



Фиг. 2.

Фиг. 3.

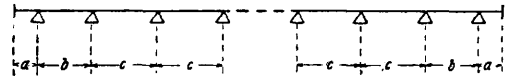
белей, делают опорные рельсовые площадки из асбестона (цементный раствор, смешанный с асбестом), допускающего ввертывание шурупов. На фиг. 3 представлена составная железо-деревянная шпала системы Мишель. Она состоит из двух швеллеров, между

к-рыми по концам зажаты болтами деревянные бруски, служащие для прикрепления рельсов и для передачи давлений от них балласту. Кроме болтов, взаимная связь между швеллерами поддерживается при помощи хомутов из полосового железа, скрепляющих сверху и внизу горизонтальные полки швеллеров.

Б. Сравнительная оценка различных родов шпал. Общий характер составных шпал еще не вполне определен в виду сравнительно малого распространения их на ж. д. Наиболее значительное применение они нашли пока лишь на дорогах второстепенного значения во Франции. Железобетонные шпалы изучены значительно полнее, и отзывы о них в различных странах установились более или менее определенные. Высокая заготовительная стоимость железобетонных шпал могла бы экономически оправдаться лишь при соответственно большом сроке службы их. Между тем практика показывает, что повреждения этого рода шпал, в виде волосных трещин и отколов наружных поверхностей, доводящие их до негодности, начинаются вскоре после укладки в путь. Ценность же вынутых с пути за негодностью железобетонных шпал ничтожна. Поэтому экономически применение железобетонных шпал может иметь место лишь в странах, где металл. или деревянные шпалы обходятся еще дороже. С технич. стороны железобетонные шпалы в нормальных условиях никаких преимуществ не имеют, представляя своей большой тяжестью неудобства для работ. На последних ж.-д. международных конгрессах—в Риме в 1920 году и в Лондоне в 1925 году—общее заключение о целесообразности применения железобетонных шпал на ж. д. было отрицательное. Что касается сравнения металл. и деревянных шпал, то не подлежит сомнению, что как первые, так и вторые дают полную технич. возможность к устройству такого В. с., к-рое вполне отвечает наиболее высоким современным требованиям движения. К недостаткам металл. шпал нужно отнести: 1) невозможность применять их на балластах плохого качества (песчаных) и на угольных шлаках; в противоположность деревянным шпалам железные требуют обязательного применения щебеночного или гравелистого балласта из камня твердых, не выветривающихся пород, не оказывающих к тому же химич. влияния на железо; 2) невозможность применять их на пучинах; 3) вследствие сильного ржавления укладка их нецелесообразна в сырых тоннелях; 4) укладка их невозможна на участках, где в целях сигнализации применяются в рельсовых нитках колеи электрич. токи; 5) путь на металл. шпалах получается более жесткий, чем на деревянных, что вредно отражается как на состоянии колеи, так и на подвижном составе. Технич. преимуществами металл. шпал являются: 1) способность в большей мере обеспечивать ширину колеи и противодействовать боковым ее смещениям под влиянием движения поездов; благодаря этому нек-рые заграничные дороги, совершенно не применяющие металл. поперечин на перегонах, укла-

дывают их на стрелочных переводах, где боковые воздействия подвижного состава сказываются наиболее сильно; 2) при разборке В. с. в целях перекладки его, в металл. шпалах не страдают дыры, служащие для прикрепления рельсов, т. к. устройство их одинаково для прямых и кривых частей пути; в деревянных шпалах такие повреждения дыр являются неизбежными. В общем технич. оценка склоняется в пользу деревянных шпал, и вопрос о применении того или другого рода шпал практически разрешается исходя гл. обр. из экономич. соображений. Для СССР, избылующего лесными богатствами, единственно рациональными д. б. признаны деревянные шпалы.

В. Распределение шпал под рельсовым звеном. Шпалы под рельсовым звеном располагают не на равных расстояниях по длине рельса, а несколько сближают подле стыков для того, чтобы неизбежно получающиеся на стыках удары колес подвижного состава встречали здесь большую опору на сближенных шпалах, чем в середине звена, где поезд оказывает меньшее воздействие на В. с. При принятых у нас



Эпюра расположения шпал.

длинах рельсов эпюры распределения шпал на звене, при различных количествах их, установлены согласно табл. 3.

Табл. 3.—Распределение шпал под рельсами разных длин.

Длина рельсов в м	Количество шпал		Расстояние в см	
	на звено	на км	b	c
15	23	1 533	55	67
15	22	1 467	60	70
15	21	1 400	59	74
15	20	1 333	62	78
15	19	1 267	61	83
15	18	1 200	65	88
12,5	19	1 520	56	68
12,5	18	1 440	60	72
12,5	17	1 360	59	77
12,5	16	1 280	60,5	83
12,5	15	1 200	66	89
10	18	1 600	52,5	65
10	15	1 500	61	69
10	14	1 400	62,5	75
10	13	1 300	60	83
10	12	1 200	70	90

a равно 25 см для рельсов любой длины.

Применение большего или меньшего числа шпал на звене зависит от тех условий движения, к-рым данное В. с. должно соответствовать. Несомненно, что увеличение числа шпал на звене является одной из мер по усилению В. с., но сближение шпал имеет свои пределы, обусловленные удобством подбивки их: при ручной подбивке просвет между шпалами должен быть не менее 300 мм, что дает минимальное расстояние между осями шпал около 500—550 мм.

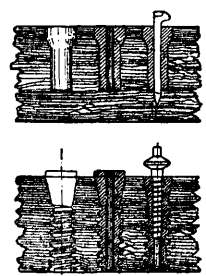
О производстве и об условиях приемки шпал—см. Шпалы.

Г. Срок службы деревянных шпал и меры по удлинению его. Деревян. шпалы в непроцитадном состоянии

имеют сравнительно короткий срок службы: подвергаясь переменному влиянию сырости, они быстро загнивают и приходят в негодность. Средними сроками службы непротитанных шпал в СССР считаются:

Для сосновых шпал . . . . .	5—6 лет
» дубовых . . . . .	9—10 »
» еловых и пихт. шпал . . . . .	3 года
» кедровых . . . . .	3—4 »
» лиственных . . . . .	7—8 лет
» буковых . . . . .	2—3 года

Пропитка увеличивает срок службы шпал (сосновых—до 12 лет, а буковых—даже до 15—17 лет). Поэтому пропитка шпал уже давно признана ж. д. как обязательная мера; благодаря этому деревянные шпалы получили возможность успешно конкурировать с металлическими и железобетонными. Наиболее распространенными антисептиками у нас служат хлористый цинк и креозот. Но шпалы приходят в негодность также в результате механическ. износа, который режче всего сказывается в разработке костыльных и шурупных дыр, во вдавливании подошвы рельсов (на пути без подкладок) или подкладок в верхнюю постель шпал и, наконец, в продольном раскалывании шпал по костыльным дырам. Характер и размер этого износа зависят от типа В. с.: износ верхней постели шпал получается по размерам тем меньше, а по характеру тем благоприятнее, чем на большей площади применяются подкладки и чем совершеннее осуществлено прикрепление рельса к шпале. Пропитывающие составы (антисептики) обычно проникают в дерево неглубоко—лишь в поверхностные слои; всякое же глубокое повреждение шпал открывает доступ влаге в непротитанные слои древесины, после чего износ шпал становится особенно усиленным. Для обеспечения шпалам возможно долгого срока службы нужны меры против наружных их повреждений при работах. Подрубка шпал при зимнем ремонте не должна допускаться. Зарубку шпал для подуклоки должно производить по преимуществу на механич. станках перед пропиткой. Для устранения порчи шпал от растрескивания следует принимать меры по отношению не только шпал, уже треснувших, но и шпал, обнаруживших стремление к растрескиванию. Для предупреждения образования трещин в шпалах рекомендуется их торцы заливать известковым молоком или забеливать мелом, загрунтовывать каким-либо



Фиг. 4.

масляным антисептиком или смазывать смесью глины с известью, наконец, забивать в торцы железные скобы. Против смятия верхних постелей и разработки костыльных дыр на магистральных путях необходимо укладывать подкладки на всех шпалах. При этом разрешается в прямых частях пути, вместо железных, укладывать на промежуточных шпалах деревянные пропитанные подкладки (карточки) из твердых пород леса, толщиной в 6 мм и шириной не

более подошвы рельса. Против износа рельсовых гнезд применяют специальные втулки (дюбели) из дерева твердых пород, вставляемые в новые шпалы ранее укладки их в путь. На фиг. 4 показаны образцы таких втулок для костыльного и шурупного прикреплений. Полезное действие этих втулок состоит в том, что твердое дерево (дуб, бук и другие) держит костыли или шурупы гораздо крепче и тем самым предохраняет дыры от износа, давление же от самих втулок на более мягкое дерево шпал, передаваясь по гораздо большей площади, становится уже для них безопасным.

**3. Рельсы и крепления.** Назначение рельсов в В. с.—принимать на себя давления от колес подвижного состава и передавать эти давления шпалам. Крепления должны: 1) прочно связывать отдельные рельсы в непрерывные рельсовые нитки любой длины (накладки, болты, пружинящие шайбы) и 2) надежно соединять рельсовые нитки со шпалами (костыли, шурупы, подкладки).

О материале рельсов, производстве их и условиях приемки—см. *Рельсы*.

**А. Поперечное сечение рельсов.** На ж. д. широко применяются рельсы двух резко различающихся форм: 1) двуголовые (Стефенсона) и 2) широкоподошвенные (Виньоля). Двуголовые рельсы являются господствующим типом на английских дорогах и частично применяются во Франции, Австрии и Германии. Виньолевский тип рельса применяется на всех дорогах СССР, Америки и на большинстве дорог Зап. Европы. Существенная разница указанных типов рельсов в том, что виньолевский рельс допускает более простое и дешевое прикрепление непосредственно к поперечинам, как это видно из фиг. 5,



Фиг. 5.

между тем как прикрепление двуголового рельса требует обязательно применения специального, сравнительно дорого стоящего стула, представленного на фиг. 6. С другой стороны, В. с. на двуголовом рельсе является более прочным в отношении поперечных сил, действующих на колею. Что касается самих рельсов, то обе формы, при одной и той же затрате материала, дают приблизительно равноценные по сопротивлению рельсы.

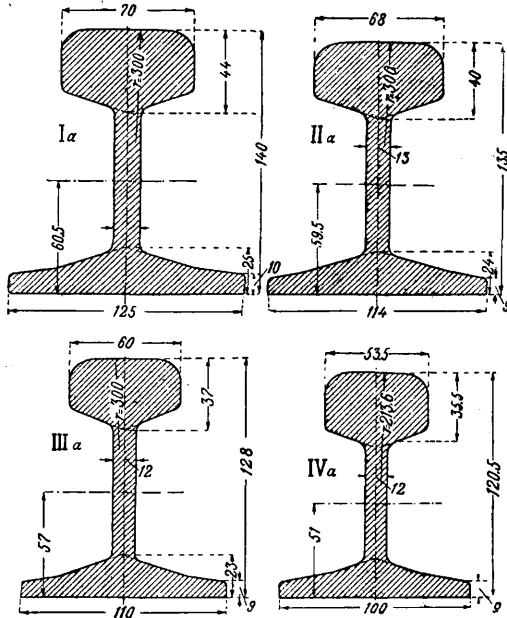
Необходимо отметить, что первоначальная идея Стефенсона—перекладывать в опорном стуле двуголовый рельс, после износа одной его головки, вверх другой головкой для получения ровной поверхности катания—на практике не оправдалась: за время работы рельса, одновременно с износом рабочей головки, изнашиваются также места на нижней головке, которыми он опирается на стулья, и настолько, что нижняя сторона становится непригодной для езды по ней. Поэтому в последнее время отказались от прокатки вполне симметричных профилей двуголовых рельсов и придают нижней головке меньшую высоту,



Фиг. 6.



чем верхней—рабочей головке. Во всяком случае В. с. с двугловым рельсом не представляется, по данным многократно произведенных опытов, таких специальных сравнительных опытов, таких преимуществ, к-рые могли бы побудить страны, применяющие рельс Виньоля, отказаться от него. На фиг. 7



Фиг. 7.

указаны поперечные сечения нормальных типов рельсов, Ia, IIa, IIIa и IVa, применяемых на наших дорогах (размеры—в мм), а в табл. 4 приведены основные размеры

степень рациональности размещения материала по отдельным элементам сечения—головке, шейке и подошве. Необходимо оговориться, что по сравнению с заграничными дорогами, особенно американскими, вес установлен. у нас нормальных типов рельсов сильно отстает. В Америке применяют рельсы весом до 70 кг на п. м, что объясняется более значительными нагрузками подвижного состава. Что касается точности выполнения при прокатке заданного чертежом профиля рельса, то на этот счет у нас установлены следующие допуски:

В ширине подошвы . . . . .	±1 мм
» толщине шейки . . . . .	от +0,75 до -0,5 »
» ширине головки и высоте рельса . . . . .	±0,5 »
» прочих измерениях . . . . .	±0,25 »

Фактич. вес рельсов должен отличаться от расчетного, определенного по точной площади сечения рельса при уд. в. стали 7,83, не свыше чем на 1% в сторону недобора. Перевес допускается в любом размере, если рельсы вполне удовлетворяют всем прочим условиям приемки.

Б. Длина рельсов. Так как стыки рельсов в пути представляют во всех отношениях явление отрицательное, то в целях уменьшения числа их ж. д. применяют рельсы все большей длины. По мере удлинения рельсов уменьшается потребность в накладках и болтах, а вместе с тем В. с. приобретает большую сопротивляемость действующим на него силам подвижного состава, так как каждое отдельное звено лучше сопротивляется ударам и сдвигам. Нормальные длины рельсов, установленные для наших дорог: 15, 12,5 и 10 м. При установлении длины рельсов необходимо считаться с наибольшей величиной стыковых зазоров. Если обозначить через *l* длину рельса в м,

Табл. 4.—Основные размеры и вес нормальных типов рельсов (I и W—по отношению к горизонтальной оси ц. т.).

Тип рельсов	Разряды дорог	Шир. подошвы	Толщ. шейки	Шир. головки	Высота	Площ. сечен. ω	Вес п. м q	Мом. инерции I	Мом. сопротивл. W	Показатель выгодности профиля	
		миллиметры				см <sup>2</sup>	кг	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	I/q	W/q
Ia	Магистраль I разряда, с курьерскими поездами . . . . .	125	14	70	140	55,64	43,57	1 476	210	33,9	4,8
IIa	Магистраль II разр. . . . .	114	13	68	135	46,06	38,42	1 222	183	31,8	4,7
IIIa	» » » . . . . .	110	12	60	128	42,76	33,48	968	147	28,9	4,4
IVa	Дороги местного значения . . . . .	100	12	53,5	120,5	39,44	30,89	751	123	24,3	4,0

рельсов, вес их и распределение по разрядам дорог. Приведенные в этой табл. отношения к весу п. м рельса момента инерции поперечного сечения  $\frac{I}{q}$  и момента сопротивления  $\frac{W}{q}$  носят название показателей выгодности профиля рельса. Если при проектировании профиля рельса учтены все основные конструктивные соображения, касающиеся взаимодействий между колесами подвижного состава и путем, то показатели определяют

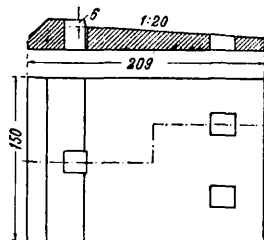
через  $t_1, t_2$  и  $t$  темп-ры рельса—максимальную, минимальную и при работах по укладке рельсов, через  $\delta_1$  и  $\delta$ —наибольший стыковой зазор и необходимый зазор при укладке пути в мм, то будем иметь:

$$\delta_1 = (t_1 - t_2) \frac{l}{85}; \quad \delta = (t_1 - t) \frac{l}{85}.$$

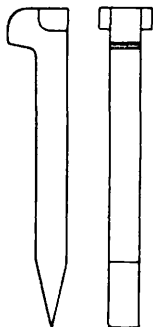
Если далее принять, что наибольшая амплитуда колебания темп-ры ( $t_1 - t_2$ ) составляет 85°, то  $\delta_1$  в мм будет=длине рельса в м. Необходимо, однако, учесть еще, что стыковой зазор при укладке пути требуется не

только для свободного удлинения рельсов при повышении температуры, но и для выравнивания перекосов в стыках, получающихся в колее на закруглениях вследствие применения на внутренней нитке укороченных рельсов. Необходимый запас в зазоре для указанной цели составляет около 5 мм. Т. о. наибольший зазор при 15-м рельсах может достигнуть величины  $\delta_1 + 5 = 15 + 5 = 20$  мм. Допущение в колее зазоров свыше 20 мм во всяком случае нежелательно в виду тех расстройств, к-рые вызывают удары колес на таких стыках как в пути, так и в подвижном составе. Поэтому применение рельсов длиной свыше 15 м встречается в указанном отношении препятствие, так как при недостаточной величине стыковых зазоров вследствие удлинений рельсов от нагревания могут возникнуть в колее усилия, способные вызвать внезапное искривление пути в плане, опасное для движения поездов. Укороченные рельсы для укладки на внутренней нитке кривых изготавливаются у нас двух сортов: 1) с укорочением на 40 мм и 2) с укорочением на 80 мм. Первые применяются на пологих кривых, вторые—на более крутых. Однако в вопросе о необходимости устанавливать величину стыковых зазоров, вполне достаточную для свободного удлинения рельсов при нагревании их, в последнее время среди железнодорожников нет прежнего единодушия. Устанавливается, наоборот, мнение, что при отсутствии продольного угона в колее появление в рельсах нек-рых сжимающих усилий вследствие  $t^\circ$ -ных удлинений м. б. допущено безопасно для пути, если только тип В. с. соответственно приспособлен к поглощению этих усилий. Такой взгляд находит подтверждение в производящихся за последнее время в разных странах опытах укладки специальной длины звеньев (до 30 м) без соответственного увеличения стыковых зазоров и в сварке стыков на протяжении свыше 100 м.

В. Прикрепление рельсов к шпалам. Непосредственное прикрепление рельса к шпале, показанное на фиг. 5, на магистральных линиях в настоящее время не допускается. По действующим на наших дорогах правилам, рель-



Фиг. 8.



Фиг. 9.

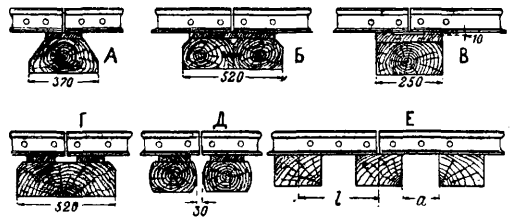
сы на главных и пассажирских путях должны укладываться по сплошным подкладкам на всех поперечинах. На фиг. 8 представлена подкладка для рельсов типа I а; подкладки для других нормальных типов рельсов (II а, III а и IV а) отличаются только размерами длины и высоты. Полезное значение подкладки в верхнем строении

заключается в том, что: 1) давление от рельса передается на верхнюю постель шпалы по значительно большей площади, чем непосредственно от подошвы рельса; 2) для придания подуклонки рельсу не требуется зарубать шпалу; 3) поперечные давления подвижного состава на рельс воспринимаются сразу всеми тремя костылями, при чем опрокидыванию рельса наружу колеи противодействуют на каждой шпале два внутренних костыля. Костыль для рельсов нормальных типов представлен на фиг. 9.

Отрицательной стороной нашей конструкции прикрепления рельсов является то, что костыли в одно и то же время должны выполнять работу как по соединению подкладки со шпалой, так и по соединению рельса с подкладкой. Практика показывает, что такого рода работа непосильна костылям, почему они сравнительно быстро рашпатываются и разрабатывают свои гнезда в шпалах. В. с. сильно выигрывает в устойчивости и долговечности составных частей, когда в его конструкции соединение подкладок со шпалами и рельса с подкладками обособлено и выполняется различ. элементами. Отчасти указан. принцип обособления проведен в подкладке, представл. на фиг. 10. Прикрепление рельса к подкладке достигается здесь с наружной стороны подошвы при помощи лапы, а с внутренней стороны—при помощи прижимной пластинки и шурупа. Подкладка скреплена со шпалой при помощи двух особых



Фиг. 10.

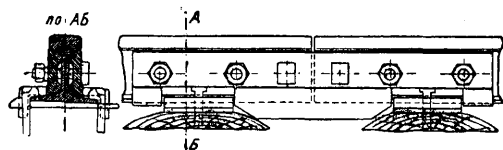


Фиг. 11.

шурупов снаружи колеи, а внутри держится на том же рельсовом шурупе. Полностью обособление скреплений рельсов, подкладок и шпал проведено в конструкции нидерландских дорог, где подкладка прикрепляется к шпале четырьмя шурупами; независимо от них рельс прижимается к подкладке при помощи пластинок двумя закладными болтами с пружинящими кольцами.

Г. Рельсовый стык. На ж. д. рельсовые стыки применяются трех различных типов (см. фиг. 11): 1) стык на шпале (А—на одной шпале, Б—на двух связанных шпалах), 2) стык на весу (В—на одиночной шпале, Г—на двойной шпале, Д—на двух сближенных шпалах) и 3) стык американский, или трехшпальный (Е). Первоначально на зарубежных, а равно и на наших дорогах, применялся исключительно стык на шпале. В дальнейшем (ок. 1880 г.) дороги резко перешли к устройству стыков на весу, признав за ними преимущества более плавного прохода подвижного состава и лучшей сохранности рельсов. В последнее время многие

дороги опять возвращаются к стыку на шпале с концами рельсов на весу, стараясь совместить в нем выгодные стороны 1 и 2 типов. По роду примыкания концов смежных рельсов стыки называются: а) тупыми, если концы рельсов обрезаны нормально к продольной оси их; б) косыми, если концы рельсов обрезаны под углом в  $45^\circ$ , в) внахлестку, если рельсы соединены между собой по продольным плоскостям для устранения сквозного поперечного прозора, г) лапчатыми, если соединение происходит по кривым поверхностям. Наиболее распространенным на железных дорогах родом стыка является тупой. На наших дорогах применяются исключительно тупые стыки. Наконец, по системе своей, различаются стыки обыкновенные, имеющие отдельные подкладки на каждой шпале, и мостовые, с одной общей подкладкой на двух шпалах. На фиг. 12 представлен наш стык из рельсов нормальных типов. По типу—это обыкновенный тупой стык на весу, с фартучными накладками. Передача усилий, возникающих под действием колес подвижного состава на одной стороне стыка, на другую сторону происходит через накладки. Последние, будучи стянуты болтами, работают как тупые клинья, упираясь своими скошенными плоскостями (губами) в соответствующие плоскости рельса под головкой и над подошвой. Для

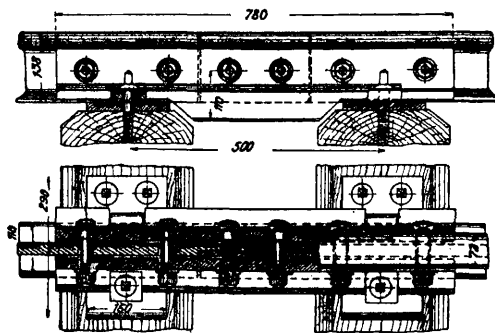


Фиг. 12.

того, чтобы усилия передавались от рельса накладкам без ударов (упруго), под гайки болтов ставятся пружинящие кольца. По мере износа болты необходимо периодически подтягивать, однако не чрезмерно, чтобы не утратилась возможность перемещений рельса между накладками, вызываемые температурными изменениями. Вследствие износа соприкасающихся плоскостей между накладками и рельсом будут постепенно уменьшаться прозоры, находящиеся между шейкой и внутренними вертикальными гранями накладок. С полным исчезновением этих прозоров полезное действие накладок прекращается, и стык начинает быстро расстраиваться. Стык на весу внахлестку представлен на фиг. 13 (размеры—в мм). Являясь наиболее сложным и ответственным элементом В. с., рельсовый стык естественно служит предметом особенно настойчивых исканий со стороны ж.-д. техников. Именно этим и объясняется большое разнообразие применяемых на дорогах типов и систем стыков и частая замена их новыми, а иногда и возврат к старым, в прошлом уже отвергнутым. Необходимо признать, что и до сих пор стык является в колее наиболее слабым местом, с которого начинается расстройство В. с. Наряду с экономическими соображениями обстоятельство это заставляет стремиться к возможному уменьшению числа стыков путем увеличения длины звеньев и

даже к совершенному устранению стыков путем сварки рельсов.

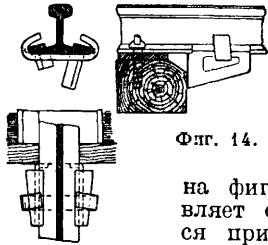
Д. Противоугонные приспособления. Под действием поездов в колее появляются продольные горизонтальные усилия, вызывающие сдвиги рельсов вдоль пути. Усилия эти сказываются особенно резко на крутых уклонах и угоняют рельсы вниз по скату. На двухпутных линиях с направлением движения в одну лишь сторону



Фиг. 13.

явления угона сказываются резче, чем на однопутных линиях со встречным движением. Величина угона рельсов при одинаковых условиях профиля и движения зависит от конструкции В. с. По существу нужно различать угон одних лишь рельсов по шпалам и угон всего В. с., т. е. рельсов, шпал и балласта. В действительности оба вида угонов наблюдаются всего чаще одновременно. При уgone рельсов исправность пути нарушается: утрачивается нормальное расположение шпал на звене, перекошенные шпалы, особенно стыковые, вызывают сужение колеи, зазоры стыков в одних местах пути исчезают, в других, наоборот, чрезмерно растягиваются. Благодаря указанным явлениям в местах угона путь периодически приходится исправлять: перегонять колею в обратную сторону, ставить стыки по наугольнику, равнять зазоры, перегонять и подбивать шпалы. Работа эта дорогая, а к тому же очень вредно отзывающаяся на сохранности элементов В. с. Лучшим средством против угона шпал является применение щебеночного балласта, представляющего весьма сильное сопротивление сдвигу колеи. Однако и при балласте высокого качества конструкция В. с. может допускать угон рельсов. Для противодействия уgonу применяются специальные приспособления, связывающие прочно рельсы со шпалами и передающие последним перегоняющие усилия от первых. В зависимости от величины угоняющих усилий такую связь устанавливают на большем или меньшем числе шпал на звене т. о., чтобы шпалы противодействовали уgonу солидарно. Наиболее целесообразно ставить такие приспособления на средних на звене шпалах, чтобы  $t^2$ -ные изменения длины рельсов могли происходить по возможности без влияния на положение скрепленных с рельсами шпал. Из применяющихся на наших дорогах противоугонных приспособлений наиболее широкое распространение получили угловые

полунакладки на промежуточных шпалах, прикрепляемые с внутренней стороны колеи двумя болтами к шейке рельса и обхватывающие специально сделанными вырезами подкладки. Отрицательной стороной такого типа является, во-первых, передача утоняющих колею усилий на костыли или шурупы, прикрепляющие рельс и подкладку к шпале, и расшатывание вследствие этого шпальных гнезд, а во-вторых—ослабление рельсов дырами для болтов полунакладок.

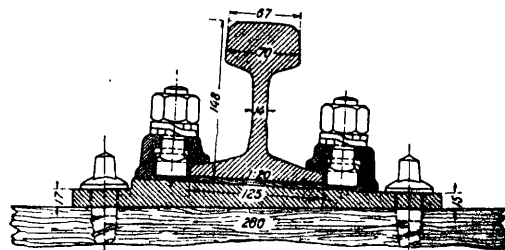


Фиг. 14.

На загранич. дорогах известно применение многочисленных и разнообразных типов противоугонных приспособлений, одно из коих показано на фиг. 14; она представляет самозаклинивающееся приспособление Дорнмюллера, состоящее из металлич. хомута, надеваемого на подошву рельса, и двух клиньев, загоняемых в прозоры между кромками подошвы и хомутом.

Угоняющее усилие от клиньев передается непосредственно шпале, а потому рельсовое скрепление не подвергается расшатыванию.

Верхнее строение новейшей конструкции. На фиг. 15 представлена деталь нового типа В. с. герман. жел. дор. под маркой «Reichsoberbau K», а именно—прикрепление рельса к промежуточным



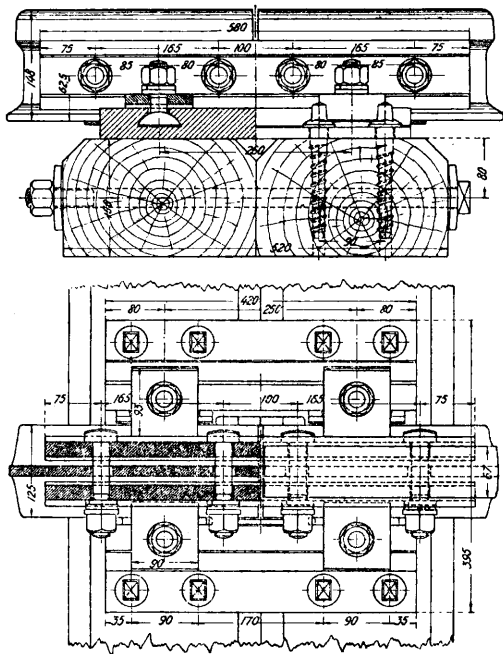
Фиг. 15.

шпалам для частей пути, имеющих нормальную ширину колеи, т. е. укладываемых без уширения. Подошва рельса зажата по всей ширине подкладки между двумя продольными ребрами последней; боковые толчки рельса непосредственно передаются кромками подошвы исключительно внутренним граням указанных ребер. Между подошвой рельса и подкладкой помещается прессованная деревянная или джутовая карточка, имеющая назначение предотвратить износ подошвы рельса о подкладку и увеличить между ними трение, чтобы парализовать продольные движения рельса. К подкладке рельс прижимается двумя стальными пластинками размером  $75 \times 70$  мм, обхватывающими ребра подкладки, при помощи закладных болтов. Головка этого болта заводится снаружи в выфрезерованные по соответствующему профилю отверстия в ребрах подкладки. Между прижимной пластинкой и гайкой болта помещается пружинящее двойное кольцо, чтобы опрокидывающие моменты рельса переда-

вались на болт упруго. Подкладка имеет размеры  $345 \times 160$  мм и прикрепляется к шпале четырьмя шурупами. Принцип обособления прикреплений рельса к подкладке и последней к шпале проведен в данной конструкции полностью. При этом доступ воде под подкладку прегражден наилучшим образом. Указанный тип подкладок получил название «ребристых». На кривых, требующих уширения колеи, применяется второй тип ребристых подкладок, имеющий несколько большие размеры:  $395 \times 160$  мм. Способ и вид прикреплений сохраняется тот же, что и в первом типе; разница лишь в расстоянии между внутренними гранями ребер подкладки. Это обстоятельство, в связи с большими размерами прижимных пластинок ( $90 \times 93$  мм), дает возможность регулировать положение рельса относительно ребер подкладки при помощи особых стальных вкладышей. Вкладыши эти вставляются между кромками подошвы рельса и внутренними гранями ребер подкладки. Закрепление вкладышей в продольном направлении достигается в одних случаях при помощи их верхних ушков, удерживаемых прижимными пластинками, в других случаях—при помощи их боковых утолщений, входящих в выфрезерованные отверстия для головок закладных болтов. Имеется всего лишь четыре номера вкладышей. Путем комбинаций вкладышей различных номеров на той и другой рельсовых питках могут быть достигнуты девять различных ширин колеи: нормальная (для прямых участков пути) и восемь равномерно увеличивающихся, с одной и той же ступенью уширения в 2,5 мм. Т. о. нормальная ширина колеи м. б. получена как на подкладках первого типа, так и на подкладках второго типа. Это имеет большое практическое значение при укладке пути на переходн. кривых. Как последнюю особенность В. с. марки К нужно отметить стык. На фиг. 16 показана конструкция стыка в кривых частях пути (размеры—в мм). Как видно, стык расположен на одной общей ребристой подкладке размером  $420 \times 395$  мм. Подкладка эта прикрепляется восьмью шурупами к сдвоенной при помощи трех металлич. болтов шпале. Расстояние между внутренними гранями ребер подкладки составляет 154 мм. По ту и другую сторону стыка рельсы закрепляются теми же вкладышами и теми же прижимными пластинками, как на промежуточной подкладке второго типа. Накладки четырехдвурные, плоского типа. Болты накладок снабжены пружинящими кольцами для упругой передачи вертикальных давлений на стык. Следует отметить, что хотя стык и лежит на одной общей мостовой подкладке, однако в действительности он работает, как стык на весу. Это достигнуто устройством в середине подкладки выреза между ребрами на длину 120 мм. Благодаря этому конец кажд. рельса на длине 60 мм оказывается не подпертым подкладкой. Для стыков, расположенных в частях пути, не требующих уширения колеи, имеется, наконец, четвертый тип ребристой подкладки. Конструкция стыка в последнем случае вполне аналогична стыку на кривых, отсутствуют лишь вкладыши,

и соответственно этому ширина между внутренними гранями ребер равна 127 мм. Размер этой подкладки 420×345 мм.

Описанный тип В. с. запроектирован для рельса весом 48,89 кг/м. Нормальная длина звеньев установлена трех размеров:



Фиг. 16.

в 15 м—при 22 промежуточных шпалах, в 12 м—при 17 шпалах и в 18 м—при 27 шпалах. Балласт должен применяться исключительно щебеночный, чтобы не могло появиться угона шпал. Шпалы должны укладываться исключительно пропитанные.

Немецкая литература отмечает следующие преимущества В. с. марки К. 1) Ни один из ранее применявшихся типов В. с. не может считаться вполне соответствующим ныне назревшей потребности пропускать поезд с нагрузками на ось до 25 т, со скоростями свыше 100 км/ч; тщательная разработка всех деталей конструкции марки К дает надежду, что ребристые подкладки успешно разрешат эту задачу. 2) Имеется возможность все дыры в шпалах (для шурупов подкладок и стяжных болтов на стыках) про сверливать на шпалопропиточных з-дах перед пропиткой, благодаря чему все отверстия м. б. пропитаны по всей глубине, что, разумеется, благотворно отразится на сроке службы шпал. 3) Работа по сдваиванию стыковых шпал и пришурупливанию всех ребристых подкладок м. б. централизована на тех же з-дах и производится механическим, а не ручным способом. Это удешевляет указанную работу и повышает ее точность и тщательность. Необходимо оговориться, что небрежное пришурупливание ребристых подкладок к шпалам является конструктивно совершенно недопустимым. 4) Шпалы в места работ могут рассыпаться с з-дов в совершенно готовом для укладки виде. Опасаться повреждений шурупов при погрузке и пе-

ревозке шпал не приходится, т. к. наружные ребра подкладок возвышаются над головками шурупов и предохраняют последние от ударов. 5) Укладка в путь полученных с з-да шпал с пришурупленными уже подкладками крайне проста, почему может производиться безошибочно рабочими без особой квалификации. 6) Благодаря сильному придавливанию подошвы рельса ко всем подкладкам при помощи болтов и прижимных пластинок угон рельсов невозможен и без применения специальных противоугонных приспособлений. 7) Плотное прилегание на значительном протяжении кромок подошвы рельсов к ребрам подкладок делает путь на прямой как бы рамой весьма большой жесткости в поперечном направлении. Благодаря этому устраняется опасность внезапных боковых искривлений (выбросов) вследствие  $t^{\circ}$ -ных напряжений при недостаточных зазорах в стыках. Герм. дороги производят успешные опыты укладки рельсов длиной 30 м и сварки стыков на большом протяжении без увеличения нормальных стыковых зазоров. 8) Контроль за состоянием скреплений, благодаря полной видимости их сверху, очень удобен, а поддержание их в порядке просто и не требует квалифицированных рабочих. 9) Срок службы В. с. марки К на магистральных линиях оценивается, предположительно, в 24 года. При этом считают, что в указанный срок не потребуют капитального ремонта ни шпалы, ни рельсы, ни скрепления. Смена одиночных шпал на магистралях была бы в таком случае редким исключением, а не нормальным явлением, как ныне. Что касается экономич. стороны вопроса о переходе на В. с. марки К, то приводятся следующие расчеты. Заготовительная стоимость материалов для В. с. марки К, по сравнению с типом на лапчатых подкладках, выше в среднем на 13,5%. Однако, если принять средний срок службы В. с. на лапчатых подкладках в 16 лет, как это показывает практика герм. дорог, то меньшая стоимость укладки марки К вследствие возможности применения при ней механизации работ на з-дах окупит этот перерасход за 2 года добавочной службы. Следовательно, если марка К сможет вместо 16 лет служить без капитального ремонта 18 лет, то она уже будет в состоянии экономически конкурировать с типом В. с. на лапчатых подкладках. Если же срок службы марки К принять в 24 года, как это ныне предполагают герм. дороги, то ее применение, по сравнению с лапчатым типом, даст экономии около 28%.

С технической же стороны В. с. марки К, по видимому, является наиболее совершенным и мощным среди типов, осуществленных практически до сего времени. Нет сомнения, что стабилизация пути, если она в полной мере достижима при помощи этого типа, даст большие выгоды в смысле снижения эксплуатационных расходов.

#### Расчет верхнего строения ж.-д. пути.

При выработке новых типов В. с. применительно к заданной схеме подвижного состава и скорости его движения, а также при решении вопросов о соответствии

данного типа В. с. новым нагрузкам и условиям движения их, является необходимым определять прежде всего внешние силы и моменты, действующие на элементы В. с.: балласт, шпалы и рельсы; затем — напряжения в этих элементах. На основании таких расчетов устанавливаются как данные, подробно характеризующие соответствующий тип В. с. (профиль и вес рельса, размеры шпал и расстояния между ними, род балластного слоя), так и предельные скорости предположенных к обращению подвижных нагрузок. Ниже мы приводим вкратце установленные для наших дорог правила приближенного расчета В. с., в виду большой сложности точных расчетов усилий, которым подвергаются элементы В. с.

А. Определение внешних сил и моментов. Максимальное вертикальное давление  $R_2$  одного подвижного груза  $P$  на элементы В. с. и максимальный момент  $M_2$  определяются по динамическим реакциям колес по методу сплошного упругого основания. Эти реакции берутся для паровозов из паспортных книжек, а для тендеров и вагонов — из веса их, увеличенного перегрузом от колебания рессор; этот перегруз равен произведению из степени жесткости рессор и полуамплитуды колебания, которая принимается равной 15 мм. Для определения величин  $M_2$  и  $R_2$  необходимо учесть относительную жесткость пути  $\gamma = \frac{6EI}{l^3D}$ , где  $E$  — модуль упругости рельсов, принимаемый равным 2 000 000 кг/см<sup>2</sup>,  $I$  — момент инерции рельса в см<sup>4</sup> с учетом степени износа около 6 мм, так что  $I = 0,83I_0$ ,  $l$  — наибольшее расстояние между осями шпал в см,  $D$  — сила, погружающая в балласт полшпалу на 1 см и выражающая жесткость опор рельса. Эта сила равна  $\alpha \frac{ab}{2} C$ , где  $\alpha$  — коэфф., учитывающий влияние изгиба шпал и принимаемый при нормальной колее равным 0,90,  $a$  — длина шпалы,  $b$  — ширина нижней постели шпалы, а  $C$  — коэфф. балласта или коэфф. постели шпалы, характеризующий податливость шпальной постели под временной нагрузкой. На основании опытов над различными сортами балласта на земляном полотне разнообразных качеств установлены следующие численные значения коэффициента  $C$ :

$C = 3 \text{ кг/см}^2$  — при плохом балласте на посредственном полотне;

$C = 4 \text{ кг/см}^2$  — при хорошем балласте на посредственном полотне или при посредственном балласте на хорошем полотне;

$C = 5 \text{ кг/см}^2$  — при хорошем балласте на хорошем полотне.

Г. о. под действием одного груза  $P$  изгибающий момент в рельсе  $M_2$  и вертикальное давление  $R_2$ , передаваемое на шпалу от рельса и дальше от рельса балласту, определяются по формулам:

$$M_2 = \frac{P \cdot l}{4} \sqrt{\frac{2}{3}} \gamma; \quad R_2 = \frac{P}{2} \sqrt{\frac{3}{2\gamma}}$$

Формулы эти применимы, когда рельс прижат к шпалам соседними с  $P$  грузами. Если рельс при изгибе может подняться с опор, то  $M_2$  и  $R_2$  увеличиваются на 9%, т. е.

$$M_2 = 1,09 \frac{P \cdot l}{4} \sqrt{\frac{2}{3}} \gamma; \quad R_2 = 1,09 \frac{P}{2} \sqrt{\frac{3}{2\gamma}}$$

Когда на рельс кроме груза  $P$  действуют еще смежные грузы  $P_1, P_2, \dots$ , то значения  $M_2$  и  $R_2$  будут:

$$M_2 = \frac{P \cdot l}{4} \sqrt{\frac{2}{3}} \gamma + \frac{P_1 \cdot l}{4} \sqrt{\frac{2}{3}} \gamma \cdot \mu_1 + \frac{P_2 \cdot l}{4} \sqrt{\frac{2}{3}} \gamma \cdot \mu_2 + \dots$$

$$R_2 = \frac{P}{2} \sqrt{\frac{3}{2\gamma}} + \frac{P_1}{2} \sqrt{\frac{3}{2\gamma}} \cdot \eta_1 + \frac{P_2}{2} \sqrt{\frac{3}{2\gamma}} \cdot \eta_2 + \dots$$

где  $\mu$  и  $\eta$  — коэфф-ты влияния соседних с  $P$  грузов  $P_1, P_2, \dots$ . Эти коэфф-ты определяются из приведенной ниже таблицы 5 по вычисленной предварительно величине

$$\varphi = \sqrt{\frac{4}{4lEI}} \cdot x,$$

где  $x$  (в см) — расстояние грузов  $P_1, P_2, \dots$  от груза  $P$ .

Табл. 5. — Коэффициенты  $\mu$  и  $\eta$  в функции от  $\varphi$ .

$\varphi$	$\eta$	$\mu$	$\varphi$	$\eta$	$\mu$
0,0	1,0000	1,0000	3,6	-0,03659	-0,01241
0,1	0,9907	0,8100	3,7	-0,03407	-0,00787
0,2	0,9651	0,6398	3,8	-0,03138	-0,00401
0,3	0,9267	0,4888	3,9	-0,02862	-0,00077
0,4	0,8784	0,3564	4,0	-0,02583	0,00189
0,5	0,8231	0,2415	4,1	-0,02309	0,00403
0,6	0,7628	0,1431	4,2	-0,02042	0,00572
0,7	0,6997	-0,0599	4,3	-0,01787	0,00699
0,8	0,6354	-0,0093	4,4	-0,01546	0,00791
0,9	0,5712	-0,0667	4,5	-0,01320	0,00852
1,0	0,5093	-0,1108	4,6	-0,01112	0,00786
1,1	0,4476	-0,1457	4,7	-0,00921	0,00698
1,2	0,3899	-0,1716	4,8	-0,00748	0,00692
1,3	0,3355	-0,1897	4,9	-0,00593	0,00670
1,4	0,2849	-0,2011	5,0	-0,00455	0,00637
1,5	0,2384	-0,2068	5,1	-0,00334	0,00795
1,6	0,1959	-0,2077	5,2	-0,00229	0,00746
1,7	0,1576	-0,2047	5,3	-0,00139	0,00692
1,8	0,1234	-0,1985	5,4	-0,00063	0,00636
1,9	0,0932	-0,1899	5,5	0,00001	0,00578
2,0	0,0667	-0,1794	5,6	0,00053	0,00520
2,1	0,0439	-0,1675	5,7	0,00095	0,00464
2,2	0,0244	-0,1548	5,8	0,00127	0,00409
2,3	0,0080	-0,1416	5,9	0,00152	0,00356
2,4	-0,0056	-0,1282	6,0	0,00169	0,00307
2,5	-0,0166	-0,1149	6,1	0,00180	0,00261
2,6	-0,0254	-0,1019	6,2	0,00185	0,00219
2,7	-0,0320	-0,0895	6,3	0,00187	0,00181
2,8	-0,0369	-0,0777	6,4	0,00184	0,00146
2,9	-0,0403	-0,0666	6,5	0,00179	0,00115
3,0	-0,0423	-0,0563	6,6	0,00172	0,00087
3,1	-0,04314	-0,04688	6,7	0,00162	0,00063
3,2	-0,04307	-0,03831	6,8	0,00152	0,00042
3,3	-0,04224	-0,03060	6,9	0,00141	0,00024
3,4	-0,04079	-0,02374	7,0	0,00129	0,00009
3,5	-0,03887	-0,01769			

Для расчета элементов В. с. необходимо учесть неровности и выбоины в бандажах и рельсах, в виду чего  $M_2$  и  $R_2$  необходимо умножить на коэфф.  $m$ , зависящий от скорости движения груза. Величина этого коэффициента принимается: 1) для пассажирских паровозов — за 1 при нулевой скорости, за 2 — при скорости 100 км/ч; 2) для товарных паровозов — за 1 при нулевой скорости, за 1,8 — при скорости 50 км/ч. Для скоростей от 0 до конструкционной значения коэфф-та  $m$  определяются по закону прямой линии, т. е.

$$m_{\text{пасс.}} = 1 + \frac{v}{100}; \quad m_{\text{тов.}} = 1 + \frac{0,8 \cdot v}{50},$$

где  $v$  — скорость движущейся нагрузки в км/ч. Таким образом в конечном итоге при расчете элементов верхнего строения следует исходить из внешних усилий:

$$M_{\text{max}} = m M_2 \quad \text{и} \quad R_{\text{max}} = m R_2$$

или, после подстановки значений  $M_2$  и  $R_2$ ,

$$M_{max} = \frac{ml}{4} \sqrt{\frac{2}{3}} \gamma \cdot \Sigma \mu P, \quad (1)$$

где  $\Sigma \mu P = P + \mu_1 P_1 + \mu_2 P_2 + \dots$

$$\text{и} \quad R_{max} = \frac{m}{2} \sqrt{\frac{3}{2\gamma}} \cdot \Sigma \eta P, \quad (2)$$

где  $\Sigma \eta P = P + \eta_1 P_1 + \eta_2 P_2 + \dots$

Б. Определение напряжений.

1) Напряжение в балласте определяется по формуле Винклера  $p = C \cdot y$ . Эта формула предполагает, что упругий прогиб шпалы на балласте  $y$  всегда останется пропорциональным уд. давл.  $p$  в данной точке;  $C$  — коэфф. пропорциональности, к-рый при  $y = 1$  делается равным  $p$ . Наибольшее упругое погружение шпалы в балластный слой  $y$  определяется из выражения:

$$y = \frac{R_{max}}{D} = \frac{m R_2}{D}.$$

Определив прогиб шпалы  $y$ , получим напряжение в балласте из выражения:

$$p = C \frac{R_{max}}{D} = C \frac{m R_2}{D} \text{ кг/см}^2. \quad (3)$$

По величине же напряжения  $p$  можно судить как о требуемом сорте балласта, так и о степени рациональности рассчитываемого типа В. с. в целом. Допускаемые напряжения для различных сортов балласта установлены:

- В 4 кг/см<sup>2</sup> — для балласта из мелкого песка,
- 5 кг/см<sup>2</sup> — для балласта из среднего песка,
- 6 кг/см<sup>2</sup> — для балласта из щебня и крупного песка.

2) Напряжения в рельсах определяют по формуле строительной механики:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W} \text{ кг/см}^2, \quad (4)$$

где  $W$  — момент сопротивления рельса, при чем  $W$  берется также с учетом износа рельса в 6 мм, так что  $W = 0,87 W_0$ . Допускаемые напряжения в рельсах при указанном способе расчета принимаются в 3 000 кг/см<sup>2</sup>. Пользуясь формулой (4), можно по заданным значениям  $\sigma$ ,  $P$ ,  $l$ ,  $a$  и  $b$  определить предельную допустимую скорость движения системы грузов  $v$  км/ч, которая входит в выражение динамического коэффициента  $m$ .

3) Напряжения в шпалах должны определяться в сечениях под рельсом, где они вследствие изгиба имеют наибольшие значения. Изгибающий момент для сечения под рельсом определяется по следующей формуле Циммермана:

$$M = R_{max} \cdot \frac{L}{2} \cdot [\mu_r]. \quad (5)$$

$R_{max}$  получается из ф-лы (2), а  $L = \sqrt{\frac{4 E' I'}{C \cdot b}}$ , где  $E' = 120\,000$  кг/см<sup>2</sup> — модуль упругости дерева,  $I'$  — момент инерции сечения шпалы,  $C$  — коэффициент постели и  $b$  — ширина нижней постели шпал;  $[\mu_r]$  представляет функцию от  $\lambda$  и  $\rho$ , определяемую по таблицам Циммермана, при чем  $\lambda = \frac{a}{2L}$ , где  $a$  — длина шпал, а  $\rho = \frac{r}{L}$  ( $r$  — половина расстояния между осями рельсов в пути). Определив по ф-ле (5) наибольший изгибающий момент, находят наибольшее напряжение в шпале:

$$\sigma = \frac{M}{W}, \quad (6)$$

где  $W'$  — момент сопротивления шпалы. Напряжение от изгиба в здоровых шпалах не должно превосходить 250 кг/см<sup>2</sup>.

Лит.: Петров Н. П., «Записки Имп. русск. технич. о-ва», СПб, 1903, 2, 12, 1904, 6, 1905, 1, и «Железнодорожное дело», СПб, 1904, 5; Стецевич И. Р., О сопротивлении верхнего строения, «Изв. Союз. Общества инж. путей сообщения», СПб, 1895, 9, 10; его же, Об устойчивости ж.-д. пути, СПб, 1897; его же, О новой теории верхнего строения ж.-д. пути Н. П. Петрова, «Железнодорожное дело», СПб, 1904, 46; Холодецкий А. А., Исследование влияния подвижной нагрузки на службу рельсов, «Инженер», Киев, 1894, 5, 6, 7/8; его же, Исследование влияния внешних сил на верхнее строение ж.-д. пути, Киев, 1897; Опенгейм К. А., Об установлении нормальн. типов верхн. строения пути русск. ж. д., М., 1918; его же, Успехи загранич. техники и новейшие течения в области устр. рельс. пути (1912—22 гг.), М., 1923; Кюнер К. Э., Проблемы усиления верхн. строения пути в связи с явлениями угона и действием темп-ры, доклад XXXIII Советскому съезду служб пути, 1922; его же, Стабилизация рельсовых ниток как непрерывное условие устойчивости верхнего строения пути, доклад XXIV Советскому съезду служб пути, 1923; Zimmernann H., Die Berechnung d. Eisenbahn-Oberbaues, B., 1888; Zimmernann H., Die Wirkungsweise d. Bettung nach Versuchen d. Reichseisenbahnen, «Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens», Wiesbaden, 1888, p. 41, 184; Zimmernann H., Die Seitenkräfte zwischen Schiene und Rad, «Z. d. VDI», B., 1890, p. 1387; Zimmernann H., «Zentralblatt d. Bauverwaltung», B., 1882, 1888, 1890; Bräuning K., Die Grundlagen des Gleisbaues, B., 1920; Buchholz, Der Rippenplattenoberbau auf d. Holzschwellen, «Die Gleistechnik», B., 1927, 7—8. Н. Милленгаузен.

## II. Верхнее строение трамвайных путей.

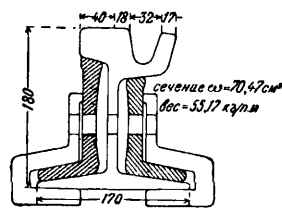
По сравнению с ранее описанным В. с. жел. дорог В. с. трамвайных путей имеет свои характерные особенности, вызываемые: расположением трамвайных путей на замощенных городских проездах (т. н. закрытое верхнее строение), наличием добавочной нагрузки от движения городских экипажей и необходимостью осуществлять обратную проводку электрич. тока по рельсовым ниткам. Указанные причины требуют при устройстве В. с. трамвайных путей принятия во внимание следующих положений: 1) В. с. должно соответствовать размерам движения, нагрузкам, скоростям и типу подвижного состава, к-рые приняты на данном трамвае; 2) В. с. должно соответствовать плану, профилю и типу замощения каждого данного уличного проезда, составляя с мостовой одно целое, так как разрушение В. с. влечет за собой расстройство замощения и наоборот; при этом необходимо принимать во внимание также подземные уличные сооружения (водосток, водопровод, канализацию, газовую и кабельную сети); 3) экипажи движение по проездам не должно быть затруднено наличием трамвайных путей и не должно вызывать разрушения В. с.; 4) в виду того, что ремонт трамвайных путей связан с разборкой замощения и с нарушением уличного движения, верхнее строение должно быть устроено так, чтобы не требовалось производить частый ремонт его, а смена отдельных частей была, по возможности, облегчена и не требовала разборки всего устройства; 5) частые и разнообразные по величине и направлению нагрузки не должны расстраивать соединений отдельных частей и вызывать перемещений рельсов и расстройство замощения; 6) В. с. должно иметь необходимые устройства для отвода воды как с поверхности путей, так и от основания;

7) очистка путей от снега, льда, уличного мусора и пр. не д. б. затруднена особенностями конструкции В. с., при этом состояние поверхности рельсов не должно препятствовать прохождению обратного электрического тока в местах контакта с ними колес вагона; 8) обеспечивая надлежащую проводку электрического тока, В. с. не должно содействовать образованию блуждающих токов и появлению связанного с ними электролиза, разрушающего металлич. подземные сооружения (трубы и кабели). Все эти условия, с одной стороны, значительно усложняют конструкцию В. с. трамвайных путей по сравнению с открытым ж.-д. В. с., а с другой—вызывают наличие самых разнообразных типов как отдельных частей, так и всего устройства В. с. в целом. Почти все трамвайные предприятия имеют в одном и том же городе несколько конструкций В. с., и стандартные типы прививаются в этой области с большим трудом; в последнее время отдельными странами и трамвайными объединениями вырабатываются стандарты.

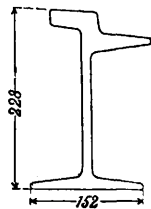
В. с. трамвайных путей состоит из рельсов, креплений, электрических соединений, основания и путевого замощения.

Рельсы для трамвайных путей, в соответствии с условиями работы их (крутые подъемы, спуски, частое торможение вагонов, загрязненность рельсовых поверхностей и др.), д. б., по возможности, массивны, иметь большой момент сопротивления во избежание прогибов и деформаций, могущих расстраивать основание и прилегающее замощение. Наличие мостовой требует увеличения высоты рельса (140—225 мм вместо 100—140 мм ж.-д. рельсов). Площадь поперечного сечения д. б., по возможности, большой (5 000—8 000 мм<sup>2</sup>) для уменьшения сопротивления прохождению электрич. тока. Применение сварки рельсовых стыков также требует усиления профиля рельсов. Укладка рельсов непосредственно на щебеночное основание вызывает необходимость уширения рельсовой подошвы, к-рая обычно равна высоте рельса. Для обеспечения беспрепятственного качения реборд колес в самом рельсе устраивают специальный жолоб глубиной от 25 до 45 мм, иногда заменяемый специальным устройством в мостовой. Такое устройство применяется сравнительно редко, так как оно увеличивает износ реборд колес, осложняет устройство мостовой, требуя укладки фасонных камней, и затрудняет движение городских экипажей и пешеходов. Большинство рельсов (до 80%), укладываемых на городских трамвайных путях, желобчатые типа «Феникс» (фиг. 17; размеры в мм); на американских трамваях применяют рельсы ступенчатые (фиг. 18; размеры в мм), облегчающие их очистку, устройство замощения, а также проезд экипажей; рельсы типа «Виньоль» применяют на улицах с малым гужевым движением, а также на загородных линиях; специальные трамвайные профили виньольских рельсов имеют большую высоту и вес, из ж.-д. же типов применяются наиболее тяжелые. На путях с кривыми малого радиуса (до 13 м) применяют рельсы с утолщенной и повышенной губой, образующей

более широкий жолоб и рассчитанной на усиленный износ. При применении рельсов типа «Виньоль» на кривых устраивают приставной контр-рельс (фиг. 19; размеры даны в мм). Для укладки внешних ниток кривых применяют рельсы с мелким жолобом; на мостах нередко укладывают особые рельсы



Фиг. 17.

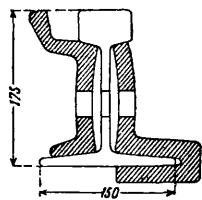


Фиг. 18.

с уменьшенной высотой. В общем разнообразие типов трамвайных рельсов чрезвычайно велико. Разработанные в некоторых странах стандарты обыкновенно дают несколько типов рельсов для малых, средних и больших городов в зависимости от размеров движения по путям. Города СССР в настоящее время применяют выработанные Постоянным бюро всесоюзных трамвайных съездов и изготовляемые «Югосталью» желобчатые рельсы двух типов: «Феникс объединенный I»—для больших городов (фиг. 17) и «Феникс объединенный II»—для средних и малых городов, при чем каждый тип имеет соответствующий профиль для кривых.

Требования, предъявляемые к трамвайным рельсам, отличаются от предъявляемых к железнодорож., т. к. условия работы различны. Трамвайные рельсы, благодаря уклонам, частым торможениям и загрязненной поверхности, сильно истираются; с другой стороны, менее тяжелый, чем на ж. д., подвижной состав, усиленный профиль рельсов и наличие мостовой уменьшают возможность и опасность поломки рельсов. В виду этого трамвайные рельсы изготовляют из жесткой стали, хорошо сопротивляющейся износу. Эта сталь обыкновенно содержит около 1% Mn, 0,5% C, 0,2% Si, менее 0,05% P, менее 0,05% S; разрывное усилие стали 70—90 кг/мм<sup>2</sup>, относительное удлинение 12—7%, предел упругости 35—50 кг/мм<sup>2</sup>. Во избежание частой смены изношенных рельсов в последнее время применяют рельсы из стали специальных сортов: марганцовистой (с содержанием около 11—13% Mn, около 1,0—1,2% C), хромоникелевой, ферротитановой (0,1% Ti, 0,8—0,4% C, 0,7—0,9% Mn) и других.

Длину отдельных рельсов делают по возможности большей (15—18 м), т. к.  $t^{\circ}$ -ные влияния компенсируются наличием мостовой, создающей боковым трением противодействие изменению длины рельсов. Это обстоятельство позволяет с успехом применять сварку трамвайных рельсов почти без ограничения длины свариваемых участков (нормально сваривают рельсы по 10 звеньев с пропуском кривых малых радиусов).



Фиг. 19.



Для соединения рельсов в настоящее время применяют: 1) стыки с механическими соединениями (сборные стыки) на накладках, ухватах, болтах, с анкерами и без них; 2) стыки, сваренные термитом, электрич. способом, газовой сваркой; 3) стыки смешанной конструкции (с приваренными накладками или анкерами).

1) Главные типы механич. соединений и й: а) стыки с ординарными накладками, приспособленными для электросварки; они имеют значительное распространение в Германии, Англии и Америке; б) стыки с накладками, обхватывающими подошву рельсов (фиг. 19); в) стыки с накладками и ухватами типа «Бохумер-Штосс» (фиг. 17); г) стыки с разными специальными приспособлениями. Стыки бывают внакладку, внахлестку, лапчатые и др. Для соединения накладок и ухватов применяют болты  $\varnothing \cong 22-28$  мм с пружинными шайбами; анкера соединяют в стыках с подошвой рельса заклепками или болтами, а специальные анкера-подушки—особыми клиньями. Для облегчения прохождения по рельсам электрич. тока в стыках ставят специальные электрич. соединения из чистой меди, прикрепляемые к шейке или к подошве рельса. Сложность этих стыков, наличие многих частей, сравнительно быстрое расстройство стыков, недостаточно обеспеченная электропроводимость, а также необходимость периодического ремонта стыков (подтягивания болтов, клиньев и электрических соединений) вместе с высокой стоимостью этих соединений, заставили все трамвайные предприятия перейти к сварочному способу соединения стыков.

2) Сварка рельсовых стыков В. с. трамваев начала применяться в 1898 году и быстро распространилась на трамвайных предприятиях всего мира. Первоначально применялся способ заливки рельсов расплавленным чугуном (стык Фалька); стык при этом не сваривался, а лишь заформовывался в чугунном башмаке; в виду сложной и громоздкой аппаратуры (передвижная вагранка) этот способ не мог иметь большого успеха. С 1900 г. начала распространяться алюминотермитная, а с 1904 г. электрич. сварка рельсов. Первая (по способу Гольдшмита) быстро завоевала себе прочное положение в виду несложности и сравнительной дешевизны ее, простоты изготовления термитной смеси и аппаратуры, а также вполне надежных результатов. Опыт показывает, что число лопнувших стыков, сваренных термитом, весьма невелико: в течение всего срока их службы это число не превышает 4—5%, снижаясь при тщательном выполнении работ до 0,5%. Срок службы термитных стыков совпадает обыкновенно со сроком службы самих рельсов (10—25 лет). Сварка производится или стяжными аппаратами—для рельсов, заготовленных к укладке, или расклинивающим способом—для рельсов, лежащих в пути. Сварка термитом производится гл. образом при укладке их вновь; рельсы же старые, лежащие в путях и имеющие износ, обыкновенно сваривают электрич. способом путем приварки накладок специального профиля. Электрич. сварка ведется металлическ. или угольными

электродами. Результаты электросварки менее надежны; срок службы стыков не превышает 4—5 лет, зато этот способ соединения рельсов самый дешевый. В среднем для рельсов типа «Феникс» стоимости сборного стыка, стыка, сваренного термитом, и стыка, сваренного электрич. способом с приваркой накладок, относятся, как 6 : 5 : 3. Сварка рельса типа «Феникс объединенный I», весом 55,17 кг, при замощенных путях, стоит в условиях г. Москвы 25 р. за стык. Главным достоинством сваренных стыков является уничтожение зазоров в стыках, а отсюда плавность движения вагонов, уменьшение износа подвижного состава и рельсов и значительное улучшение электропроводности стыка: в то время как нормальное сопротивление сваренного стыка равно или даже ниже сопротивления целого рельса той же длины, сборный стык нормально дает увеличение сопротивления в 2,5 раза. Газовая сварка (ацетиленовая и др.) применяется лишь для ремонта стыков, накладок выбоин и пр.; приварка накладок газовым способом не дает надежных результатов и в настоящее время почти нигде не применяется.

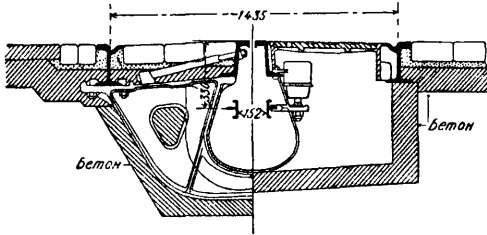
3) Стыки смешанной конструкции на накладках с полной или частичной приваркой их к рельсам помощью электрической или газовой сварки применяются гл. обр. для ремонта изношенных стыков и поддержания их в исправности до окончания срока службы рельсов.

В настоящее время во всех трамвайных предприятиях более 30% всех стыков сварено. Механич. соединение при укладке новых рельсов применяется лишь в кривых малого радиуса и в местах применения специальных частей (стрелок, крестовин и т. п.). В СССР термитная сварка в широких размерах начала применяться лишь с 1924/25 г.; ранее она применялась в большом масштабе лишь в Ленинграде (с 1912 г.) и в виде опыта в Москве. Почти везде при укладке новых трамвайных линий, а также при сплошной смене рельсов как типа «Феникс», так и «Виньоль» железнодорож. типа (IIa и IIIa) применяется сварка термитом.

Для соединения рельсовых ниток между собой при устройстве В. с. применяют поперечные тяги по преимуществу из плоского железа (для удобства замощения путей) с нарезными круглыми концами, лапчатые с загнутыми концами или Т-образные, укрепляемые болтами с гайками; на незамощенных участках применяют также круглые тяги. Тяги ставят в зависимости от профиля рельсов на расстоянии 2—2,5 м на прямых и 1—1,5 м на кривых. Они ставятся главным образом при бетонных и щебеночных основаниях, но применяются и при шпальных основаниях (особенно при шпально-брусковых).

Помимо механического соединения отдельные рельсовые нитки соединяются поперечными электрич. соединениями и, путевыми и междупутными, для равномерного распределения напряжения электрич. тока во всех рельсовых нитках. На некоторых трамваях применяется подводка электрич. тока не воздушным проводом, а

помощью особого кабеля, к-рый находится в расположенном между рельсами канале. Пример такого устройства в Вашингтоне показан на фиг. 20 (размеры в мм). Но этот способ сильно усложняет конструкцию В. с.,



Фиг. 20.

очень дорог и применим лишь при наличии весьма чисто содержимых асфальтовых мостовых и при благоприятном климате.

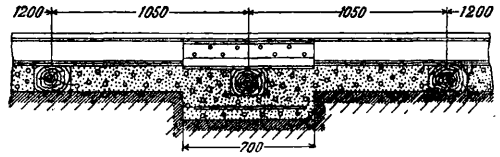
Основания, применяемые в трамвайных путях, делятся на жесткие, полужесткие и упругие, а также на шпальные и бесшпальные. Жесткими являются бесшпальные бетонные основания. Бетон укладывают под рельсы в виде сплошной подушки (в пределах путей или же всей ширины улицы), а иногда в виде отдельных продольных канавок под каждым рельсом или в виде железобетонных поперечных шпал по типу жел.-дорож. Рельсы укладывают прямо на бетон и заливают примерно на половину их высоты. В других конструкциях для более надежного скрепления рельсов с бетоном применяются анкеры или же специальные связи из железных прутьев. Такое основание обыкновенно применяется при устройстве асфальтовой или торцовой мостовой. Бетон под рельсом имеет толщину от 150 до 300 мм. Составы его различны; более распространенными являются 1:2:4, 1:2:5, 1:3:5, 1:3:6, 1:4:6 и 1:3 (цемент, крупный песок); для подливки берется 1:2. Бетон должен быть тщательно приготовлен и выдержан до затвердения 6—20 дней. Последнее обстоятельство является большим недостатком бетонного основания, так как сильно задерживает ход работ при ремонте основания и вызывает необходимость закрывать движение вагонов на ремонтируемом участке. Тип жесткого основания приведен на фиг. 21 (размеры в мм), изображающей основание в нюрнбергском трамвае.



Фиг. 21.

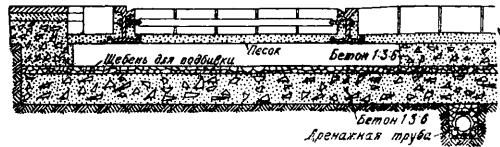
При своей массивности и жестком закреплении рельсов этот тип основания имеет много недостатков, помимо вышеуказанных: повышенный износ рельсов (особенно волнообразный), шум при проходе вагонов, значит. затраты на устройство и ремонт; кроме того, при малейших неисправностях, особенно при расстройстве стыков или замощения, с попаданием внутрь В. с. воды, начинается неизбежное разрушение устройства. В результате большие затраты в расчете на долгий срок службы без ремонта не оправдываются, и почти

везде трамвайные предприятия начали переделывать жесткие бетонные основания на полужесткие и упругие. С этой целью между бетоном и рельсом укладывают упругие прокладки из дерева, асфальта, просмоленного войлока и других эластичных материалов, что уменьшает жесткость основания и неблагоприятное влияние жесткого закрепления рельсов. Однако упругая прокладка с течением времени выдавливается из-под подошвы рельса и требует ремонта. Поэтому более совершенной является укладка рельсов на продольн. или поперечных деревянных брусках, утепленных в бетон и нередко с ним связанных болтами (фиг. 22; размеры в мм). Этот тип В. с., в случае устройства непроницаемой для воды мостовой и надлежащего дренажа грунта, весьма долговечен. Главными недостатками его являются: высокая стоимость



Фиг. 22.

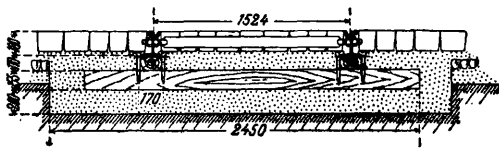
устройства, сложность и дороговизна ремонта, т. к. для снятия рельсов и выемки брусков и шпал приходится разрушать бетон. В последнее время в Америке применяют бетонное основание в виде подушки толщиной около 200 мм, на которую укладывают подбитые щебнем деревянные шпалы. На фиг. 23 показано стандартное устройство этого типа. Это устройство солидно, просто по конструкции и удобно для ремонта. Замощение из гранитной шашки с залитыми швами обеспечивает основание от проникания воды. Шпальные основания



Фиг. 23.

пользуются широким распространением на трамвайных путях и при надлежащ. отводе воды и достаточном слое подбивки (песком или щебнем) создают упругое долговечное основание, особенно, если шпалы пропитаны креозотом (срок службы до 20 лет). Однако непосредственная укладка рельсов на шпалах без промежуточного бетонного слоя при сильном гужевом движении обыкновенно сказывается на состоянии мостовой на путях, т. к. неоднородное основание (дерево и песок) под слоем замощения дает разную осадку, и поверхность мостовой скоро делается волнообразной. В этих случаях, с целью углубить шпалы под рельсами и дать более мощный слой песка под мостовой, применяют шпально-брусковое основание, т. е. под рельс на шпалы укладывают продольный брус. Рельс соединяют со шпалой костылями, шурупами или же

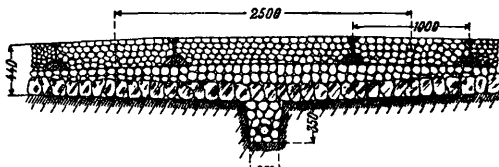
уголками с брусом. На фиг. 24 (размеры в мм) представлено такое основание, применяемое на московских трамвайных путях. Опасность бокового раскачивания рельсов устраняется в данном случае сопротивлением окружающей мостовой, а также наличием между



Фиг. 24.

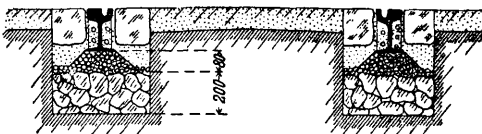
рельсами поперечных тяг. Для небольших городов с булыжными мостовыми, с отсутствием дренажа грунта и с малым экипажным движением по путям, а также для загородных линий, самым распространенным является обыкновенное шпальное основание с засыпкой рельсов под головку песком с последующим замощением или даже без него.

Кроме описанных выше оснований, при устройстве В. с. трамвайных путей применяется полужесткое щебеночное основание двух типов: а) в виде сплошного основания во всю ширину пути и б) в виде отдельных канавок под каждым рельсом. Слой щебня укладывают непосредственно



Фиг. 25.

на грунт или же на слой (до 200 мм) крупно правильно выложенного стоймя камня (пакеляжа) или бута, размеры щебня постепенно уменьшаются кверху (от 75 мм до 25—15 мм диаметром под подошвой рельса); рельсы подбивают мелким щебнем (12—15 мм); рельсы лежат непосредственно на щебне, при чем достаточная ширина подошвы рельса (150—180 мм) обеспечивает нормальное давление на балласт. Толщина всего слоя щебня при сплошном основании без пакеляжа 300—500 мм, с пакеляжем 300—700 мм. Щебеночные канавки делают прямоугольной и трапецидальной формы, размерами 500—400 × 300—400 мм. На фигуре 25 (размеры в мм) изображено сплошное щебеночное основание (московское), а на фиг. 26 (размеры в мм)—тип щебеночных



Фиг. 26.

канавок (в Берлине). Щебеночные канавки под действием воды, попадающей сверху с мостовой и снизу из грунта, имеют свойство расплзаться в стороны, смешиваясь с окружающим грунтом, вследствие чего получается просадка лежащих на канавках

рельсов. Сплошное основание более надежно в этом отношении и особенно удобно для устройства в местах расположения стрелочных переводов, пересечений и на прочих узловых пунктах, где устройство шпального основания затруднительно. Щебеночные основания на практике приближаются к жестким основаниям с присущими им недостатками; кроме того, сильно страдая от воды, щебеночные основания требуют наличия дренажа; ремонт основания может производиться надлежащим образом лишь при выемке всего слоя щебня, промывке его от затягивающего ила и грязи и при устройстве канавок вновь, так как простая подбивка просевших рельсов щебнем не дает удовлетворительных результатов.

Отношение стоимости шпального, спально-брускового, щебеночного на канавках, щебеночного сплошного и бетонного основания, на замощенных проездах, при всех прочих равных условиях, составляет, примерно, 1 : 1,8 : 2,5 : 3 : 5 (в московских условиях стоимость 1 п. м шпального основания в песке—10 р.). При выборе типа основания особое значение имеет электропроводность основания, содействующая при плохом состоянии рельсовых стыков появлению блуждающих токов. В этом отношении наиболее совершенным является тип бетонного основания (сплошного под всем проездом) с асфальтовой изолирующей прокладкой под рельсом; менее совершенными являются щебеночные и шпальные основания, т. к. при мокром грунте изоляция рельсов, соприкасающихся с ними, ничем не обеспечена; более удачным является расположение рельсов на продольных брусках, но все же оно не дает полной изоляции.

Для прикрепления рельсов в стыках к основанию, в случае бетонных оснований, служат анкеры, которые закладывают в бетон и соединяют с рельсами болтами или заклепками; при деревянных основаниях—костыли или шурупы; для оснований щебеночных, железобетонных и других применяют специальные закрепления в виде тяжей, болтов и т. п.

Мостовое замощение предохраняет основание В. с. трамвая от попадания в него поверхностной воды и удерживает рельсы в надлежащем положении, препятствуя боковым перемещениям их, защищая рельсы от  $t^\circ$ -ных влияний и уменьшая размеры изменений длины рельсов от действия  $t^\circ$ . Замощение путей обыкновенно устраивается такое же, как и прочей проезжей части улицы, но с укладкой вдоль рельсов специальных бордюрных камней, а иногда упругих прокладок для уменьшения взаимодействия между рельсами и мостовой. При укладке рельсов типа «Виньоль», при каменных мостовых, вдоль рабочего канта рельсов укладывают иногда специальный бордюрный камень, дающий возможность свободного качения реборда колес. Асфальтовые и торцовые мостовые устраивают на слое бетона, гранитные—на бетоне или гравии, булыжные—на песке. По мнению английских авторитетов, наилучшие результаты дают мостовые из прямоугольных гранитных брусков 150—225 × 100 мм, высотой

125 мм, на бетонном основании толщиной 125 мм с подливкой из цементного раствора состава 1 : 4 толщиной в 13 мм. Важным условием хорошей работы мостовой является тщательный подбор и посадка камней и надлежащее трамбование. В Америке замощение гранитными брусками ведется на слое гравия с устройством в некоторых случаях упругих прослоек между рельсом и мостовой, а также с заполнением пространства между шпалами слоем бетона (шпальные ящики). Швы мостовой заливаются наполовину высоты гудроном и сверху цементом. Устройство брусчатых и булыжных мостовых на слое песка без заливки швов непрочны, в особенности же при отсутствии дренажа. Чтобы избежать просадки прилегающих к рельсам камней, боковые пазухи рельсов закладывают деревянными, бетонными, асфальтовыми или гончарными закладками, а иногда замазывают цементным раствором.

Большое значение для правильной работы В. с. в целом имеет надлежаще устроенный отвод воды от основания, что выполняется укладкой вдоль пути специальных дренажей, отводящих воду в водосточную или канализационную сеть. Дренажные трубы закладывают или одной линией по оси междупутья или же двумя линиями по оси каждого пути. Дренажи укладывают из керамиковых труб диаметром около 150 мм, окруженных слоем щебня или шлака, в виде канавы, закладываемой на глубине 500—800 мм, или в виде простых продольных щелевых канав, покрытых досками и без них; уклон дренажных труб 0,01—0,02. В некоторых случаях поперечные дренажные линии устраиваются в шахматном порядке, сходясь в среднюю дренажную линию, идущую по оси междупутья. На расстоянии 50 м друг от друга по оси дренажной линии располагают отстойные колодцы, предотвращающие преждевременное засорение дренажных труб. Для отвода воды, текущей по рельсовым желобкам, на путях в пониженных точках укладывают водосточные коробки со специальными прорезами в желобках для стока воды; коробки, имеющие отстойники, соединяют трубами с водосточной или канализационной сетью. Примеры устройства дренажной сети показаны на фиг. 23 и 25.

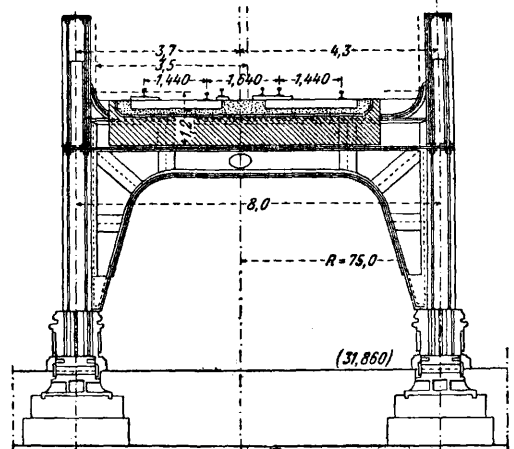
Лит.: Каменский А., Устройство пути городских и пригородных трамваев, Л., 1927; «Труды Постоянного бюро всеююзных трамвайных съездов», Москва, 1924—27; Richey A. S., Electric Railway Handbook, N. Y., 1924; «Proceedings of the American Electric Railway Engineering Association», N. Y.; «Les chemins de fer d'intérêt local et les tramways», Bruxelles, août, 1910; «Verkehrstechnik», В., Aug., 1884; «Electric Railway Journal», N. Y.; «Industrie des voies ferrées et transports publ. automob.», P., août, 1907; «Electric Traction», Chicago. И. Германович.

### III. Верхнее строение метрополитена.

В. с. метрополитена отличается от В. с. жел.-дор. пути главным образом в отношении балласта.

В надземном метрополитене, сооружаемом на металлич. эстакадах, В. с. вначале не отличалось от типов его на ж.-д. мостах; рельсы прикреплялись непосредственно к поперечинам, уложенным на про-

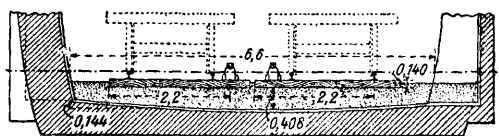
езжей части эстакады (Нью-Йорк, Лондон, Берлин). Проход поездов по такому В. с. вызывает сильный шум и вибрацию на эстакадах, в виду чего строители метрополитенов перешли к типу балластного В. с. (Париж, Гамбург, Берлин). Такой тип В. с. (фиг. 27) имеется на парижском метрополитене. Балласт располагается на кирпичных



Фиг. 27.

или бетонных сводиках, поддерживаемых балочками эстакады. Он несколько заглушает шум от поездов, но мертвый вес балласта и поддерживающих сводиков, лежащий лишней нагрузкой на эстакаду, требует более сильных и тяжелых ферм, что значительно удорожает сооружение надземного метрополитена. В настоящее время вопрос о В. с. надземных метрополитенов потерял свою остроту, так как надземные метрополитены более почти не строят.

В. с. подземного метрополитена делается на балласте и без балласта. Почти всюду, за исключением метрополитенов Лондона, Сиднея, Чикаго, Филадельфии и отчасти Нью-Йорка, В. с. до сих пор делалось на балласте, и в общем оно не отличалось от В. с., принятого на ж. д. Типичный пример такого В. с. дает парижский метрополитен (фиг. 28). Однако применение балласта

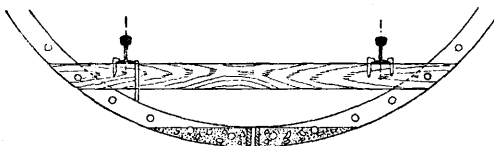


Фиг. 28.

для В. с. подземных метрополитенов вызывает среди многих специалистов резкую критику, сводящуюся к следующему: 1) Балласт, применяемый в качестве посредника при передаче давления от шпал полотну, в подземных метрополитенах излишен, так как здесь вместо земляного полотна, состоящего из разнообразных грунтов и часто не выдерживающего непосредственного давления от шпал, под путем находится прочное основание в виде лотка тоннеля. 2) Применение щебня, как показывает практика,

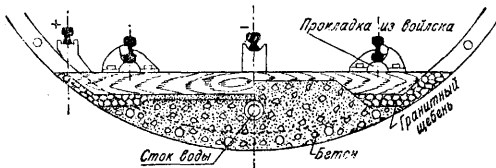
не предохраняет соседних зданий в достаточной мере от сотрясений при проходе поездов по тоннелям. 3) Балласт, не имея достаточного сцепления ни со шпалами, ни с лотком, не гарантирует в должной мере устойчивости пути на кривых и в местах торможения, что для метрополитенов, с их малыми радиусами и большими уклонами, имеет большое значение. 4) В тоннелях балласт содействует отсыреванию шпал. 5) Балластный слой препятствует надлежащей очистке тоннеля от накапливающейся в нем вредной для здоровья органич. пыли. 6) Образующаяся в метрополитене от трения тормозных колодок о бандажи колес металлическ. пыль, проникая в балласт и металлизируя его, делает его электропроводным, что содействует появлению блуждающих токов, которые вызывают разрушающее явление электролиза в подземных металлических трубопроводах (водопровод, газопровод, канализация и пр.). 7) При балластном слое тоннель метрополитена приходится давать большую высоту, что увеличивает стоимость сооружения метрополитена. 8) Наличие балласта в случае появления трещин в лотке не дает возможности своевременно их обнаружить. Однако, несмотря на перечисленные недостатки балластного типа В. с., многие высказываются за сохранение этого типа, опасаясь, что безбалластное верхнее строение будет отличаться жесткостью.

Безбалластное В. с. получило распространение преимущественно в т. н. «тюбах» лондонского метрополитена, где дало прекрасные результаты. На первых линиях, City and South London (фиг. 29), путь состоял из деревянных поперечин, свободно



Фиг. 29.

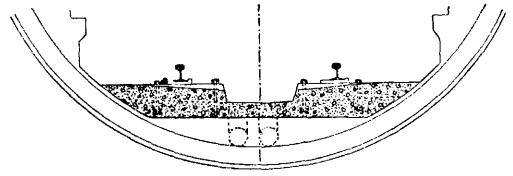
опирающихся своими концами на чугунные кольца тоннельной обделки туба, и обыкновенных виньоловских рельсов. Затем на линии Central London перешли к пути на продольных лежнях с уложенными на них рельсами типа Брюнеля. Лежни укладывались на бетонное основание, устроенное в нижней части такого туба. Оба эти типа В. с. на лондонском метрополитене теперь оставлены, и на последних линиях применяется тип пути на деревянных поперечинах, уложенных в бетонной кладке (фиг. 30).



Фиг. 30.

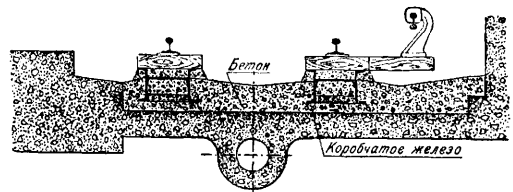
Для придания пути большей упругости концы шпал под рельсами укладывают не непосредственно на бетонную кладку, а на щебе-

ночную прослойку, между чугунной же рельсовой подушкой и шпалой закладывают слой просмоленного войлока. Такое В. с. вполне обеспечивает спокойную, ровную езду, не требуя в то же время больших расходов на ремонт. На нью-йоркском метрополитене безбалластное В. с. применяется только на станциях и в подводных тоннелях с чугунной обделкой (типа тубов). Шпалы жестко



Фиг. 31.

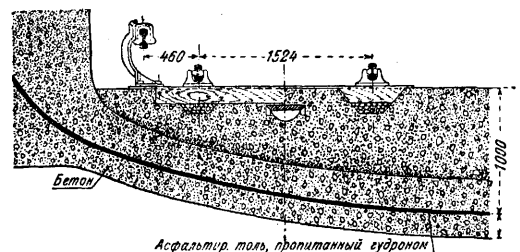
заделывают в бетон (фиг. 31). Присутствие деревянной упругой шпалы несколько смягчает жесткость езды; она была бы значительно более мягкой, если бы поперечины работали не только на смятие, но и на изгиб. Такое же В. с. (шпалы в бетоне) применяется на чикагском подземном метрополитене. Особенно оригинально сконструировано



Фиг. 32.

В. с. на филадельфийском метрополитене (фиг. 32): короткие полушпалы, расположенные отдельно друг от друга, лежат на продольных железных балках (из двух швеллеров каждая), втопленных в бетон.

При составлении б. Петроградской городской управой проекта метрополитена для Петрограда был выработан тип В. с. со шпалами, заделанными заподлицо в бетон, при чем для придания пути нек-рой упругости часть шпал под рельсами должна была



Фиг. 33.

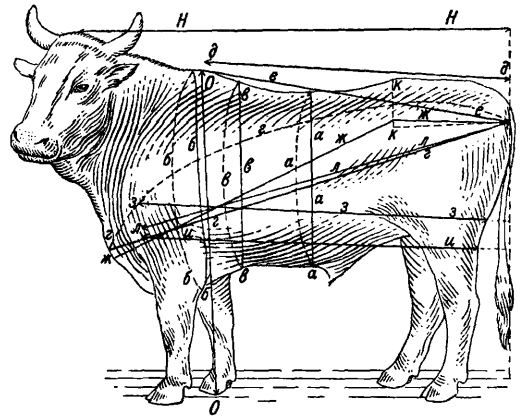
опираться не на бетон, а на щебеночный балласт (фиг. 33). При составлении Московским коммунальным хозяйством проекта московского метрополитена были предложены между прочим два типа безбалластн. упругого верхнего строения на поперечинах, при чем для придания пути большей упругости поперечины под рельсами оставлены на некотором протяжении без опоры.

Особое значение имеет вопрос о сварке стыков рельсового пути. Широкое и удачное применение сплошной сварки рельсов на трамвайных путях Москвы, Ленинграда и многих городов за границей, а также удачные опыты сварки рельсов небольшими участками на некоторых герман. железн. дорогах дают право а priori сделать заключение, что сварка стыков в тоннелях метрополитена, где амплитуда колебания  $t^0$  обычно незначительна по сравнению с трамваями и обыкновенными ж. д., предоставленными всем атмосферическим воздействиям, не может вызывать в рельсах опасных добавочных напряжений от темп-ры. А между тем сварка стыков обеспечивает спокойный ход поездов, дает меньший износ бандажей и рельсов на стыках и уменьшает сотрясение почвы, что в городах имеет большое значение для прилегающих зданий. Опыты сварки рельсовых стыков на метрополитенах производились в Париже, где рельсы сваривались плетью по 4 звена, или по 72 м, в Нью-Йорке на пробном участке общей длиной в 300 м, а также в жел.-дорож. тоннеле Франкфурт-на-Майне—Бейра (находящемся в условиях, схожих с метрополитенными), в середине которого стыки были сварены на протяжении 1 200 м плетью по 90 м. Во всех этих случаях сварка стыков дала прекрасн. результаты как в отношении экономии ремонта пути, так и в отношении безопасности и спокойного хода поездов. Многие специалисты идут поэтому далее и настаивают на сплошной сварке рельсов без разделения на участки. Тем не менее в виду новизны дела и за неимением еще достаточных опытных данных (а опытов со сплошной сваркой не было нигде еще произведено) рекомендуется не производить сплошной сварки стыков на большое протяжение, а разделить линию на небольшие участки, длиной по 4—5 рельсовых звеньев, и, кроме того, ограничиться сваркой лишь на прямых участках линии или на кривых больших радиусов. Необходимо также отметить, что в современных системах блокировки при помощи рельсовой цепи путевые рельсы у блокировочн. постов обязательно должны быть электрически изолированы друг от друга на месте стыка, для чего они обычно скрепляются, вместо железных, деревянными накладками, при чем в зазор вставляются кожаные или фибровые прокладки. Естественно, что о сварке такого стыка не м. б. и речи и сплошные сваренные участки рельсовых нитей на метрополитене не могут превосходить в таком случае длины блок-поста.

Лит.: Г л и с о н Г., Городские дороги большой скорости, СПБ, 1900; По вопросу о сооружении метрополитена и развития сети гор. ж. д. в Петрограде, Упр-ние петрогр. гор. ж. д., П., 1917; К ю н е р К. Э., Стабилизация рельс. пути, уничтожение азоров и сварка стыков на магистр. ж. д., М., 1925; H e r v i e u J., Le chemin de fer métropolitain de Paris, t. 1, 2, P., 1903, 1907; T h i e r r y J. B., Note sur le Métropolitain de Paris, Paris, 1907; M a t t e r s d o r f W., Die Hamburger Hochbahn, B., 1912; S i e m e n s u. H a l s k e, Elektrische Hoch- und Untergrundbahn in Berlin, B., 1913; T a y l o r M e r r i t A., Report of Transit Commissioner City of Philadelphia, v. 1—2, Philadelphia, 1913; M u s i l F., Die elektrischen Stadtschnellbahnen d. Vereinigten Staaten von Nord-Amerika, Berlin, 1913; O t a m e n d i M., Metropolitan Alfonso XIII, Madrid, 1921—1924; A u c a m u s E. et G a l i n e L., Tramways, métropolitains et automobiles, Paris, 1924. С. Розанов.

## ВЕРХУШЕЧНАЯ ПОЧКА, см. Дерево.

**ВЕС ЖИВОТНЫХ** играет большую роль в определении их ценности в правильно поставленном хозяйстве. Каждая порода характеризуется определенным весом самцов и самок: в каждом возрасте молодой при нормальном росте должен достигать определенного веса; при откорме вес животных должен каждый день возрастать на определенную величину, в зависимости от породы и степени откорма, по периодам и возрастам. Живой вес животного соответствует весу ценных продуктов убоя и отбросов. Отношение в % убойных ценных продуктов к живому весу называется убойным весом. Живой вес обычно определяют взвешиванием животного, при отсутствии же весов его узнают вычислением по некоторым промерам живого животного (см. фиг.).



Промеры делают следующие: 1) вертикальный наибольший обхват живота по середине корпуса  $a$ ; 2) перекрестный обхват груди через середину холки, между передними ногами, через передний выступ плечелопаточного сочленения с одной стороны и через задний край лопатки с другой стороны корпуса  $b$ ; 3) наименьший обхват груди за передними ногами  $c$ ; 4) продольный обхват туловища кругом его (по эллипсоиду)  $d$ ; 5) горизонтальная длина туловища от середины холки до вертикали через выступ седалишной кости  $e$ ; 6) косая длина туловища от холки к выступу седалишной кости  $f$ ; 7) косая и ломаная длина от выступа грудной кости до мокла и далее до седалишного бугра  $g$ ; 8) боковая длина туловища от середины плеча по горизонтали до пересечения с перпендикуляром, опущенным от седалишного бугра  $z$ ; 9) боковая длина туловища по горизонтали между перпендикулярами через плечелопаточное сочленение и выступ седалишной кости  $u$ ; 10) контур крупа от точки на спинном хребте между моклами до нижнего выступа мокла, а оттуда через выступ седалишной кости до средней линии туловища между задними ногами  $k$ ; эту величину умножают на 2; 11) основная длина туловища от плечелопаточного сочленения до седалишного бугра  $l$ ; 12) верхняя длина туловища от затылка до корня хвоста  $H$  и 13) высота в холке — высшая точка в холке  $O$ .

Живой вес для крупного рогатого скота (по Мациевичу)  $P = a \times e \times 69$ , при чем для тощего скота берут коэфф. 63, а для откормленного 75. Точно также  $P = a \times e \times \text{жс} \times 62$ . По Клювер-Штрауху составлена таблица, в которой в столбцах на пересечениях основной длины  $l$  и обхвата  $s$  в см находят живой вес в кг. По Пресслеру,  $P = \left(\frac{6}{2}\right) 2\pi \times e \times \text{на}$  постоянный коэффициент в зависимости от упитанности: для волов 39, 40, 41, для молодняка 40, 41, 42, для коров (нестельных) 42, 43, 44. Для откормленных волов, по Кетле,  $P = e^2 \times z \times 8,75$ ; по Крева,  $P = a \times e \times u \times 80$ ; по тому же автору,  $P = e^3 \times 80$ . Для убойного веса, по Домбало,  $P = b^3 \times 29,5$ ; по Эварту,  $P = e^2 \times d \times 53,5$ ; по Крева,  $P = a \times e \times u \times 50$ . Все измерения делаются в см, живой вес получается в кг.

Для определения живого веса лошадей измеряют обхват  $e$  в англ. дюймах и длину корпуса  $l$  и, приняв обхват за окружность круга, вычисляют его радиус, возводят в квадрат, и умножают на длину корпуса, а полученное произведение делят на коэфф. 27,5 либо 30,7, либо 35,3, смотря по упитанности. По Хлюдзинскому, рост лошади в холке, выраженный в англ. дюйм., умножают: для рабочих лошадей легкого сложения на 13 либо 14,5, либо 16 и для лошадей тяжелого типа на 19 либо на 21, смотря по упитанности (вес в фн.).

Живой вес свиней, по Придорогину, получают умножением длины туловища  $n$ , выраженной в дюймах на обхват корпуса  $e$  в дюймах же и делением произведения на 9 либо 10, либо 11, смотря по упитанности (вес в фунтах).

Лит.: Широкых А., Основы улучшения крупного рогатого скота, Варшава, 1898; Лискун Е. Ф., Кормление сельскохозяйственных животных, 2 изд., Москва, 1926. Е. Лискун.

**ВЕС СЦЕПНОЙ** локомотива, вес, падающий на те оси локомотива, к которым прилагаются вращающие их силы. Локомотив может двигаться лишь тогда, когда вращающие силы  $F \leq \varphi Q$ , где  $\varphi$  — коэфф. трения между колесом и рельсом, а  $Q$  — вес, приходящийся на движущие колеса. Коэфф. трения называется также коэффициентом сцепления, поэтому и вес  $Q$ , определяющий значение наибольшей возможной силы тяги, получил название веса сцепления, или, проще, сцепного веса. Из ф-лы видно, что, чем больше значение необходимой силы тяги локомотива, тем больше должен быть сцепной вес. В товарных локомотивах, развивающих большую силу тяги при малой скорости, используется по возможности максимум веса, и отношение В. с. к общему весу колеблется в пределах 75—100%. В пассажирских локомотивах, работающих при более высоких скоростях, но с меньшей силой тяги, нет надобности использовать для сцепления максимум веса, и поэтому отношение в них В. с. к общему принимается от 50 до 75%. В абсолютных величинах вес сцепной товарных локомотивов в Америке равен 120—150 т, достигая в исключительных случаях 250 т, в Европе не превосходит 80—100 т. Вес сцепной пассажирских локомотивов: в Америке 90—120 т, в Европе 50—75 т.

**ВЕСА ИЗМЕРЕНИЙ.** Если произведено  $n$  измерений одной и той же величины  $x$  с одинаковой точностью и результаты измерений выразились числами  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , то наивероятнейшее значение  $x$  есть среднее арифметическое:

$$x = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

(см. *Ошибки измерений*). Для получения наивероятнейшего значения при неравноточных наблюдениях вообразим, что каждая величина  $x_i$  есть средняя из  $p_i$  равноточных наблюдений:

$$x_i = \frac{x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{ip_i}}{p_i}$$

Тогда по ф-ле (1) наивероятнейшее значение

$$x = \frac{x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1p_1} + \dots + x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{np_n}}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{p_1 x_1 + p_2 x_2 + \dots + p_n x_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} \quad (2)$$

В ф-ле (2) при  $x_i$  находятся множители  $p_i$  — В. и. В. В практике, имея единичные измерения  $x_i$  неравной точности, каждому из них приписывают вес  $p_i$ , стараясь из обстановки наблюдения выяснить его точность и придавая большие веса более надежным измерениям; затем наивероятнейшее значение  $x$  вычисляется по формуле (2). В. Степанов.

**ВЕСЕЛЯЩИЙ ГАЗ**, закись азота, см. *Азота окислы*.

**ВЕСОК**, отвес, нить с грузом на конце; для проверки вертикальности установок нить подносят к данной установке и, когда колебания груза прекратятся, проверяют параллельность нити относительно плоскости стены, стоек, столбов и т. п.

**ВЕСЫ**, прибор для определения веса тел. В зависимости от принципа, положенного в основу конструкции, различаются следующие типы весов: рычажные, гидростатические и пружинные. Наибольшее применение в промышленности, торговле и научной работе имеют рычажные весы.

Весы вообще должны обладать следующими свойствами: 1) устойчивостью, 2) чувствительностью, 3) верною, 4) неизменяемостью показаний и 5) прочностью. Устойчивость — свойство В. автоматически возвращаться после нескольких колебаний в состояние равновесия по прекращении действия силы, нарушившей равновесие. Чувствительность — свойство рычага отклоняться на видимый угол под действием достаточно малого груза. Верность В. в смысле абсолютной математической точности практически неосуществима вследствие трения в частях механизма и неизбежной неточности отношения плеч. В виду этого законом устанавливается для каждого рода В. допускаемая максимальная погрешность, и т. о. В. считаются верными, если ошибки, получаемые при взвешивании, не выходят за пределы допуска. Неизменяемость показаний заключается в совпадении результатов при повторных взвешиваниях одного и того же груза на одних и тех же В. Это совпадение также не м. б. математически точным, и практически требуется лишь, чтобы

расхождение не выходило за пределы допуска. Наконец, прочность—свойство весового прибора продолжительно сохранять требуемую степень устойчивости, чувствительности и верности.

В 1928 г. Комитет по стандартизации при СТО утвердил стандартную номенклатуру, условные обозначения и наибольшие нагрузки (грузоподъемность) для рычажных весов, подлежащих обязательной поверке и клеймению (табл. 1). Кроме вошедших в

Табл. 1.—Стандартная номенклатура весов (ОСТ 248, 249).

Название	Условное обозначение	Наибольшие нагрузки
Коромысловые обыкновенные	О	2,5, 10, 20, 50, 100, 200 кг
Коромысловые точные	А	1, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 г, 1, 5, 10, 20, 50 кг
Безмены	Б	10, 20 кг
Столовые	С	2, 5, 10, 20, 30 кг
Товарные	ТВ	100, 200, 500 кг, 1, 2, 3 т
Возовые	Вз	2, 3, 5, 10 т
Вагонные	В	30, 50, 75, 100 т
Крановые	К	500 кг, 1, 2, 5, 10, 20 т
Медицинские	М	20, 150 кг

стандартную номенклатуру В., на практике применяются еще нек-рые специальные типы: а) автоматические (преимущественно для сыпучих и жидких тел)—«Ав», б) аналитические для лабораторной и научной работы—«Ан», в) образцовые и для поверки гири—«Кн», г) специальные для различных особенных целей (для определения сорта пряжи, бумаги и пр.)—«Сп».

**1. Общая теория рычажных В.**

На фиг. 1 изображен АВ—рычаг 1-го рода: О—точка опоры, Р—гири, приложенная на расстоянии L от точки опоры, Q—взвешиваемый груз, приложенный на расстоянии l.

Условие равновесия  $Ql = LP$ , или  $Q = \frac{L}{l} P$ .

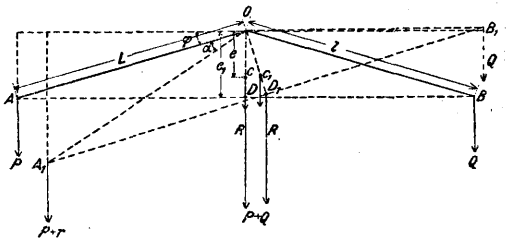
1) При постоянном отношении L:l и переменном P, В. могут быть: равноплечные, если  $L=l$ , неравноплечные, если  $L \neq l$ ; причем, если  $L:l=10$ , весы называются десятичными. 2) При постоянном P, но переменном отношении L:l, В. называются безменом. 3) Наконец, если при постоянных P и L:l вес тела определяется по углу отклонения рычага, получают циферблатные В.

Рычаг в весах, на котором помещаются гири для определения веса, называется коромыслом. Построение коромысла уясняется следующими теоретич. соображениями. Пусть P и Q (фиг. 2) будут две взаимно уравновешивающиеся силы, а R—собственный вес коромысла, приложенный к центру тяжести C. Прибавлением груза r заставляем ко-

ромысло отклониться на угол  $\alpha$ . При перемещении ц. т. из C в  $C_1$  имеем такое равенство моментов сил:  $r \cdot A_1O = R \cdot O_1O$ , или  $rL \cos \alpha = Re \sin \alpha$ , откуда

$$r = \frac{Re}{L} \operatorname{tg} \alpha.$$

Грузик r характеризует чувствительность весов: чем он меньше при том же угле отклонения, тем коромысло чувствительнее. Увеличение расстояния e влечет за собой необходимость увеличения грузика r и вызывает уменьшение чувствительности. Следовательно, для увеличения чувствительности расстояние между точкой опоры и центр тяжести должно быть минимальным; в этом случае рычаг легче выводится из состояния равновесия и возвращается к нему после значительного числа колебаний. С другой стороны, для обеспечения устойчивости ц. т. рычага должен находиться ниже точки опоры; при совпадении обеих точек получится состояние безразличного равновесия, при помещении же ц. т. выше точки опоры—неустойчивое равновесие. Увеличение чувствительности путем увеличения плеча L имеет то неудобство, что одновременно увеличивается и вес R, а вместе с тем, при удлинении рычага, увеличивается возможность его прогиба. Отсюда следует, что рычаг д. б. возможно коротким, из легкого материала, с наибольшим модулем упругости. В особо точных В. прибегают к оптическ. приборам для наблюдения очень малых углов отклонения и тем практически уменьшают величину грузика r, т. е. увеличивают чувствительность В. Если прямая АВ, соединяющая точки приложения сил (точки



Фиг. 3.

подвеса чашек), не проходит через точку опоры O, что бывает на практике вследствие изгиба рычага и некоторой неточности изготовления прибора, то это также отзывается на чувствительности В. На фиг. 3 изображен такой случай изгиба рычага:  $\varphi$ —угол наклона плеча AO к горизонту, D—точка приложения равнодействующей сил P и Q (центр тяжести чашек и их груза),  $e_1$ —расстояние этой точки от опоры, e—расстояние центра тяжести коромысла от точки опоры. Момент грузика r должен уравновесить момент рычага и момент, образовавшийся благодаря смещению центра тяжести в  $D_1$ . Условие равновесия:

$$rL \cos(\varphi + \alpha) = R \sin \alpha + (P + Q)e_1 \sin \alpha,$$

откуда

$$r = \frac{Re + (P+Q)e_1}{L} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos(\varphi + \alpha)}.$$

Т. о., помимо веса рычага и расстояния его ц. т. от точки опоры, чувствительность зависит также от нагрузки и от величины

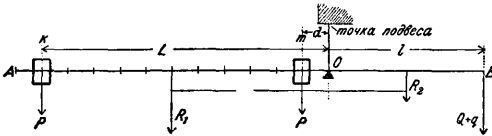


угла  $\varphi$ ; когда  $R$  незначительно по сравнению с  $(P + Q)$ , можно практически принять, что чувствительность обратно пропорциональна нагрузке. Помогут аналогичных соображений можно получить выражение и для того случая, когда точки  $A$  и  $B$  выше точки опоры:

$$r = \frac{Re - (P + Q)e_1}{L} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos(\alpha - \varphi)}$$

Здесь при  $(P + Q)e_1 < Re$  — устойчивое равновесие, при чем чувствительность возрастает с увеличением нагрузки, так как грузик  $r$ , как видно из формулы, уменьшается; при  $(P + Q)e_1 = Re$  — безразличное равновесие, а при  $(P + Q)e_1 > Re$  — неустойчивое равновесие ( $B$ . «заваливаются»).

В формуле  $Q = \frac{L}{l} P$  при постоянном  $P$  отношение  $L:l$  может изменяться трояким образом: а) изменяется  $L$  (перемещением передвижной гири) — безмен 1-го рода (так назыв. римское коромысло); б) изменяется  $l$  (перемещением взвешиваемого груза) — безмен 2-го рода, имеющий ограниченное применение лишь в нек-рых специальных весах; в) одновременно изменяются  $L$  и  $l$  (перемещением точки опоры) — безмен 3-го рода, к употреблению не допускается. Условие равновесия для безмена 1-го рода (фиг. 4) при



Фиг. 4.

нахождении передвижной гири  $P$  на последнем делении  $k$  шкалы выражается равенством моментов левой и правой части:

$$PL + M_1 = M_2 + lq + lQ,$$

где  $M_1$  и  $M_2$  — собственные моменты левого и правого плеч безмена,  $q$  — вес чашки безмена, а  $Q$  — груз. При отсутствии груза гири находится на нуле  $m$  делений  $t$  (отстоящем от точки опоры на  $d$ ), и в таком случае уравнение равновесия имеет вид:

$$Pd + M_1 = ql + M_2.$$

Вычитая последнее уравнение из предыдущего, получаем:

$$PL - Pd = ql,$$

откуда вес передвижной гири  $P = \frac{ql}{L-d}$ . Из формулы ясно, что величина взвешиваемого груза прямо пропорциональна  $(L-d)$ , т. е. длине шкалы, чем и определяется способ нанесения делений, а именно: нанесен два крайних деления, подразделяют расстояние между ними на равные части, которые и соответствуют равномерному изменению значения передвижной гири.

В практике производства и ремонта безменов встречается необходимость с п р а в л е н и я веса передвижной гири. Если мы обозначим через  $p$  груз, который надо прибавить к гире при нахождении ее на конечном делении для восстановления равновесия, а через  $x$  недостаток веса передвижной гири при нуле, то получаем следующие уравнения моментов. При нахождении гири на конечном делении шкалы:

$$(P-x)L + M_1 + pL = M_2 + ql + Ql,$$

а при нахождении передвижной гири на начальном делении:

$$(P-x)d + M_1 = M_2 + ql.$$

Вычитая второе уравнение из первого и подставляя значение  $P$ , ранее полученное, находим:

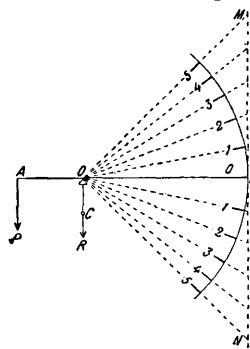
$$x = p \frac{L}{L-d}.$$

Построение циферблатных весов осуществляется из фиг. 5:  $O$  — центр тяжести,  $e$  — расстояние между ними,  $R$  — вес рычага,  $P$  — постоянный вес гири,  $Q$  — груз, уравнивающий эту гиру. Если к грузу  $Q$  прибавить груз  $q$ , то при отклонении рычага на угол  $\alpha$  имеем равенство моментов:

$$PL \cos \alpha + Re \sin \alpha = Ql \cos \alpha + ql \cos \alpha.$$

Заменяя  $PL$  через равную ему величину  $Ql$ , найдем  $q = \frac{Re}{l} \operatorname{tg} \alpha$ ; подставив вместо  $\operatorname{tg} \alpha$  равную величину  $\frac{d}{l}$ , получим:  $q = \frac{Re}{l^2} d$ .

При постоянном множителе  $\frac{Re}{l^2}$  может происходить лишь изменение величины отрезка  $d$ , которое пропорционально нагрузке. Последн. свойство и позволяет нанести шкалу в виде циферблата. Построение шкалы (фиг. 6): через конец  $B$  рычага, который служит указателем, проводится отвесная линия  $MN$ , на которой откладываются равные части, отвечающие равным приращениям веса нагрузки. Соединив эти точки деления с центром вращения рычага, получим искомые деления циферблата: 0, 1, 2, 3, 4, 5, которые, не будучи равными по величине между собой, в то же время отвечают одинаковым изменениям нагрузки. Величина отрезков дуги уменьшается по мере отклонения рычага от горизонтального положения, и, следовательно, чув-



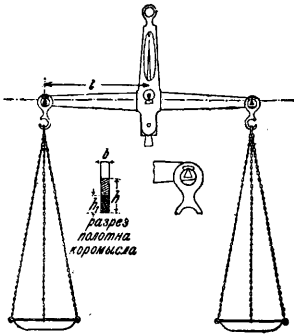
Фиг. 6.

ствительность весов уменьшается с увеличением нагрузки. Необходимость помещения центра тяжести далеко от точки опоры не позволяет достигать в циферблатных В. высокой чувствительности. Чувствительность циферблатных весов уменьшается также и потому, что для вращательного движения рычага на  $90^\circ$  и более призма заменяется осью, что дает значительно большее трение.

## II. Системы и конструкции рычажных В.

1) Коромысловые В. обыкновенные (условное обозначение «О») — равноплечные весы с подвешенными чашками

(фиг. 7). Эти В. применяются в торговле и промышленности для взвешивания обыкновенных товаров и материалов. Допускаемая погрешность при проверке составляет при наибольшей нагрузке  $\pm 0,1\%$  взвешиваемого груза. Стандартные размеры В. и их частей указаны в табл. 2.



Фиг. 7.

2) Коромысловые В. точные («А») применяются в аптеках, в торговле золотом, серебром и другими ценными материалами и изделиями, когда требуется более точное взвешивание. Они также изготавливаются в форме равноплечных В. с нижними чашками

Табл. 2.—Стандартные размеры весов «О» (ОСТ 253).

Приблизит. вес в кг	Наибольшая нагрузка на каждую чашку в кг	Длина плеча (l) в мм	Толщина полотна (b) в мм	Ширина полотна (без выступов)	
				у опорной призмы (опасное сечен.—h) в мм	у грузоприемной призмы (h <sub>1</sub> ) в мм
0,4	2	200	6	30	15
0,8	5	250	8	35	17
1,0	10	300	8	40	20
2	20	350	10	50	25
5	50	450	14	70	35
10	100	500	18	90	45
20	200	650	25	105	52

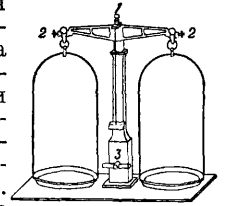
и отличаются от типа «О» более тщательной и точной пригонкой и соответствием уменьшенным допуском (табл. 3). Наиболее распространенный тип В. изображен на фиг. 8,

Табл. 3.—Допуски для весов типа «А».

Наибольшая нагрузка . . . . .	г	1	5	20	50	100	200	500
Допускаемая погрешность . . . . .	мг	3	6	15	30	40	50	100
Наибольшая нагрузка . . . . .	кг	1	5	10	20	50	—	—
Допускаемая погрешность . . . . .	г	0,2	0,5	1	2	5	—	—

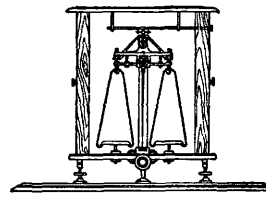
хотя для точных В. может применяться и конструкция «О». Для достижения большей чувствительности тип «А» снабжается приспособлением для перемещения центра тяжести в виде гирьки 1, передвигающейся по винтовой нарезке; гирька д. б. несъемной. Для регулировки равновесия всей системы на концах коромысла помещаются двигающиеся по винтовой нарезке несъемные гирьки 2. Весы снабжаются по б. ч. аретиром 3, поднимающим опорную призму над подушкой. Коромысло обычно изготавливается медное, никелированное, хотя могут

применяться железо, сталь и алюминий. Чашки, обычно медные, никелированные, могут также изготавливаться из фарфора, стекла, фаянса, эбонита. Подвеска чашек—при помощи металлических прутьев или цепочек; шелковые шнурки допускаются в точных весах грузоподъемностью не свыше 100 г.



Фиг. 8.

Аналитические В. («А»), применяемые для всякого рода лабораторных работ, требующих высокой точности при определении веса, также изготавливаются с равноплечными коромыслами, поскольку последние, как это явствует из изложенной общей теории весов, дают наибольшую чувствительность и точность. По существу они являются лишь более усовершенствованным типом коромысловых точных весов. Допуски и чувствительность для аналитических В. законом не устанавливаются, а диктуются требованиями аналитической работы и практич. пределами точности, которой в состоянии достигнуть производитель весов. Практически чувствительность этих В. колеблется в различных конструкциях и наибольших нагрузках от 0,1 до 0,005 мг; точность же взвешивания составляет половину указанных величин. Наибольшими нагрузками для них являются 500, 200 и 100 г, реже 1 кг, 50 и 20 г. Аналитические весы обязательно снабжаются изолирующим приспособлением, помощью которого средняя опорная подушка разъединяется со средней призмой, а крайние призмы освобождаются от нагрузки чашек, садящихся на специальные опоры. Коромысло снабжается специальной шкалой, служащей для отсчетов при пользовании малыми проволочными гирьками, так

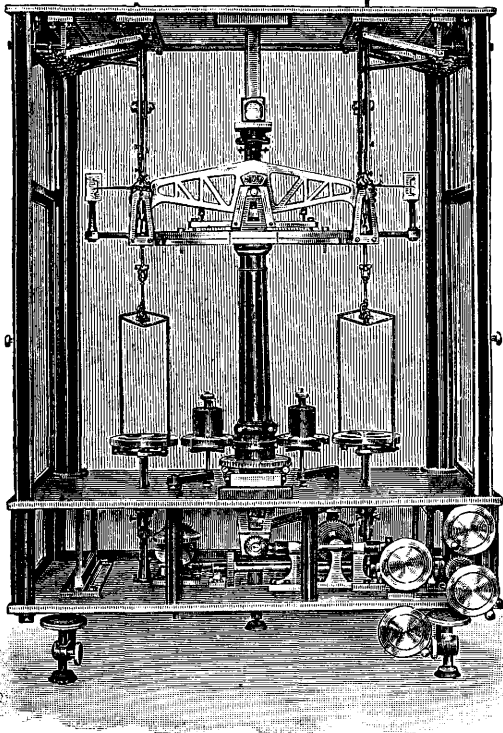


Фиг. 9.

наз. рейтерами. Наложение рейтеров производится помощью специального вращающегося стержня, находящегося над коромыслом. На фиг. 9 изображена схема аналитических весов на 200 г, изготовляемых Трестом точной механики в Москве. Для точных отсчетов по шкале В. снабжаются лупой с зеркальным приспособлением.

Другую разновидностью точных коромысловых В. являются так наз. образцовые В., применяемые гл. обр. для проверки гирь, а в исключительных случаях и для точных взвешиваний в торговле и промышленности. Они изготавливаются с нагрузкой в 2, 20, 200, 500 г, 1, 5, 10, 20 и 50 кг и, согласно правилам Главн. палаты мер и весов, делятся на два разряда. К первому относятся весы, служащие для проверки точных и контрольных гирь, употребляемых поверочными же палатами; ко второму—весы для проверки обыкновенных гирь. Чувствительность (т. е. наименьшая величина груза, отклоняющего стрелку на одно деление шкалы) д. б. для В. первого разряда:

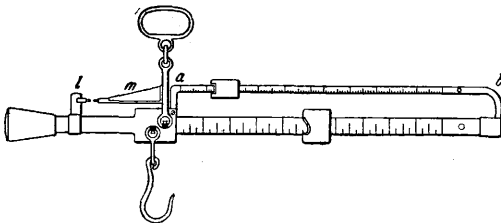
0,1 мг—для В. до 2 г; 1 мг—для В. до 20 г; 5 мг—для В. до 200 и 500 г; 20 мг при грузоподъемности 1—5 кг и 200 мг—при грузоподъемности 10—50 кг. Для В. второго разряда чувствительность в 5 раз меньше (т. е. грузик больше). Точные весы, применяемые в метрологическ. учреждениях (напр. в Главной палате мер и весов), где производится поверка эталонов гирь, изображены на фиг. 10. Их точность достигает 0,001 мг.



Фиг. 10.

Такого рода В. устанавливаются в особом помещении на специальном фундаменте, превосходящем глубину фундаментов всех соседних зданий, во избежание колебаний от уличного движения. Наблюдение за взвешиванием и наложение гирь производятся из смежного помещения, помощью оптических приборов и специальных рычагов.

3) Без мены («Б») допускаются в СССР лишь 1-го рода. На фиг. 11 изображен без-

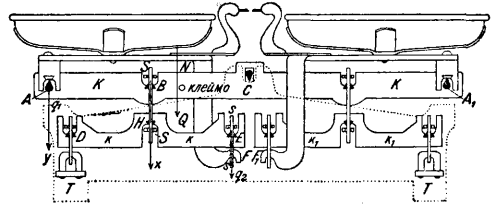


Фиг. 11.

мен, конструкция которого не требует пояснений; для более грубых взвешиваний он может изготавливаться и без дополнительной

шкалы *ab*. Равновесие указывается стрелками *m* и *l*. Для помещения груза может применяться, помимо крюка, чашка или площадка. Благодаря своей портативности, небольшому весу (2—5 кг) и невысокой цене безмены играют большую роль в крестьянском хозяйстве.

4) Столовые В. («С»), равноплечные весы с верхними чашками, особенно распространены в торговле, весьма пригодны для скорого взвешивания, так как их чашки, не заграждаемые цепями или шнурами, дают большой простор для манипуляций. Установленный допуск также  $\pm 0,1\%$  при максимальной нагрузке. Наиболее употребительна система Беранже, изображенная на фиг. 12. *КК*—железный равноплечный



Фиг. 12.

рычаг 1-го рода; *kk* и *k<sub>1</sub>k<sub>1</sub>*—два железных рычага 2-го рода; левая чашка покоится на призме *A* (две точки опоры) и—помощью ноги *NF*—на серьге *ss* рычага *kk*, соединенного с коромыслом *КК* серьгой *SS*. Противоположная чашка имеет такое же устройство. Силу *Q*, соответствующую взвешиваемому грузу, можно разложить на две силы: *q<sub>1</sub>*, приложенную к опорной призме *A*, и силу *q<sub>2</sub>*, приложенную к призме *E*. Обозначив через *x* силу, передаваемую рычагом *kk* через серьгу *SS* и точки *H* и *B* на коромысло *КК*, имеем:

$$q_2 : x = DH : DE, \text{ т. е. } x = q_2 \cdot \frac{DE}{DH}.$$

На коромысле *КК* мы имеем:

$$y : x = CB : CA,$$

откуда

$$y = q_2 \cdot \frac{DE \cdot CB}{DH \cdot CA}.$$

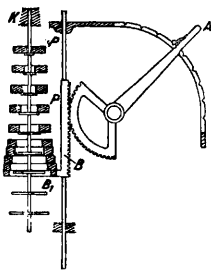
Следовательно,  $y = q_2$ , если плечи имеют отношение  $DE : DH = CA : CB$ . Практически это достигается делением пополам плеча *AC* в точке *B* и плеча *DE* в точке *H*. При таких условиях сила *q<sub>2</sub>* передается на призму *A* без изменения, так что на нее действует сумма сил *q<sub>1</sub>* + *q<sub>2</sub>*, т. е. вся нагрузка *Q*, независимо от местонахождения груза в той или иной точке чашки. Станина *ТТ* обычно отливаема из чугуна. Призмы и подушки, а равно места взаимного соприкосновения сереежек, хомутиков и т. п. делаются из стали. Стандартные размеры весов «С» приведены в табл. 4.

Стремление ускорить развеску товаров и облегчить подсчет гирь привело к конструкции В., в к-рых наложение гирь вручную заменено включением подвесных гирь помощью рычагов (фиг. 13): гири *P* подвешены на стержнях к коромыслу весов, движением зубчатой рейки *B* с захватом *B<sub>1</sub>*; приводимой в действие рычагом *A*. коромысло *K* разгружается и нагружается гирями.

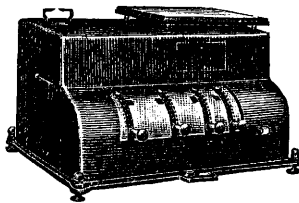
Табл. 4.—Стандартные размеры весов «С» (ОСТ 255).

Наибольшая нагрузка на чашку в кг	Приблизит. вес весов с круглыми медными чашками в кг	Длина плеча в мм		Ширина полотна в опасном сечении в мм		Толщина полотна в мм	
		коро-мысло	ры-чаг	коро-мысло	ры-чаг	коро-мысло	ры-чаг
2	4	150	60	20	14	6	5
5	7	200	80	25	18	7	6
10	9	230	90	30	20	8	7
20	15	280	100	35	22	10	8
30	25	300	115	45	30	10	9

Указанный принцип применен германской фирмой Динзе в весах, изображенных на фиг. 14 (вид спереди) и 15 (вид без кожуха). С обратной стороны весы



Фиг. 13.



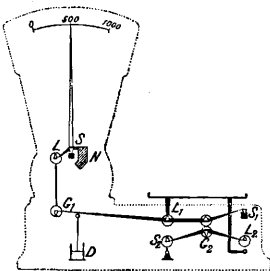
Фиг. 14.

имеют также оконце со счетчиком, который показывает покупателю вес.

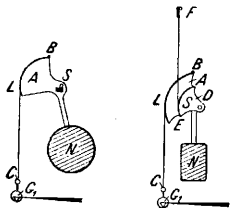
Еще бoльшyю скорость взвешивания дают В. с циферблатом, хотя чувствительность их ниже, чем в весах Беранже.

Но практика Европы показывает, что этот недостаток с избытком восполняется быстротой взвешивания и уменьшением субъективных ошибок при подсчете гирь. Весы, изображенные на фиг. 16, представляют собой комбинацию циферблатного механизма и системы рычагов типа столовых В. Беранже.  $S, S_1$  и  $S_2$ —опорные призмы;  $L, L_1$  и  $L_2$ —грузоприемные призмы;  $G_1$  и  $G_2$ —соединительные призмы;  $LSN$ —коромысло с противовесом. В. снабжены воздуш-

ным тормозом  $D$  (для больших нагрузок применяется глицериновый или масляный тормоз), назначение которого прекращать колебания стрелки для получения более быстрого отсчета на циферблате.



Фиг. 16.



Фиг. 17.

Несколько более сложные типы коромысел для весов с циферблатом приведены на фиг. 17: слева—грузоприемная призма заменена кулаком  $A$ , на к-ром в точке  $B$  прикреплена гибкая стальная лента, при чем кривой  $BL$  придается форма, обеспечивающая равномерность шкалы; справа—призмы заменены кулаками  $A$  и  $D$ , коромысло подвешено на ленте  $FSE$  и вращается с помощью ленты  $CLB$ ; движение коромысла передается кремальерой зубчатому колесу, с которым соединена указательная стрелка. Иногда на циферблате наносятся не только цифры, обозначающие вес, но и стоимость данного количества товаров при той или другой цене единицы веса.

Расчет коромысла равноплечных  $B$ . Сплошной брус равно сопротивления хотя и обладает значительной прочностью, но способен давать прогиб и поэтому не является рациональной формой коромысла, в особенности для точных весов. Исходя из этих соображений, коромысло равноплечных весов рассчитывают без учета прогиба по ф-ле  $Pl = K \frac{bh^2}{6}$ , следовательно величина безопасной нагрузки на одно плечо  $P = \frac{bh^2}{2l}$ , где  $b$ —толщина,  $h$ —ширина полотна коромысла в опасном сечении и  $l$ —длина плеча. Допускаемое напряжение  $K$  равно  $3 \text{ кг/мм}^2$ , т. е. вдвое ниже нормы, принимаемой при обычных расчетах, так как эксплуатация обыкновенных  $B$ . сопровождается обычно небольшими ударами. Та же формула применяется и для расчета медного коромысла аптекарских  $B$ ., коромысел и рычагов столовых  $B$ . и коромысел товарных  $B$ . Для медных коромысел  $K = 1 \text{ кг/мм}^2$ . Для точных  $B$ . зависимость груза  $r$ , характеризующего чувствительность весов, от прогиба коромысла (т. е. от его жесткости) выражается формулой

$$r = \frac{Qe + Pf}{\frac{h}{1 \text{ div}} l}$$

где  $Q$ —вес коромысла,  $P$ —наибольшая нагрузка на каждую чашку вместе с весом последней,  $e$ —расстояние центра тяжести коромысла от острия средней опорной призмы,  $h$ —длина указательной стрелки,  $1 \text{ div}$ —величина одного деления шкалы,  $f$ —стрела прогиба коромысла,  $l$ —длина одного плеча коромысла. Требование достаточной жесткости вызывает необходимость применения типа сквозной фермы (см. фиг. 8—10). Проверка прочности коромысла на изгиб и скальвание производится обычными способами. Прогиб  $f$  можно определять графически методом Мора—построением упругой линии изгиба коромысла, как веревочной кривой для сил, пропорциональных площадям диаграммы изгибающих моментов.

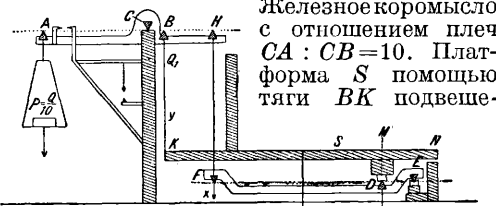
5) Товарные  $B$ . («Тв») представляют собою неравноплечные  $B$ ., состоящие из системы сочлененных между собою неравноплечных рычагов, чем и достигается уменьшение веса требуемых гирь. Окончательное отношение  $B$ . получается путем перемножения отношений сочлененных рычагов:

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{n_1} \cdot \frac{1}{n_2} \dots \frac{1}{n_n}$$

т. е. вес гири  $P$ , уравновешивающей груз, равняется  $\frac{P}{n}$ . Допуск при наибольшей нагрузке  $\pm 0,1\%$ .

На практике наиболее употребительны следующие системы товарных весов.

а) Десятичные В. (системы Квинтенца) изображены в схематич. виде на фиг. 18.



Фиг. 18.

на к короткому плечу коромысла; другой край платформы опирается на подплатформенный железный рычаг в двух точках  $D$  и  $D_1$ . Последний лежит одним концом на опорных призмах  $E$  и  $E_1$ , а другим концом подвешен при помощи тяги  $HF$  к короткому плечу коромысла. Нагрузку весов  $Q$  мы можем разложить на  $Q_1$  и  $Q_2$ . Заменяем  $Q_2$  равнозначущей силой  $x$ , а последнюю — силой  $y$ :

$$x : Q_2 = ED : EF, \text{ откуда } x = Q_2 \cdot \frac{ED}{EF};$$

$$y : x = CH : CB, \text{ откуда } y = x \cdot \frac{CH}{CB}.$$

Подставив в последнее равенство значение  $x$  из предыдущего, получим:  $y = Q_2 \cdot \frac{ED \cdot CH}{EF \cdot CB}$ . Если  $ED : EF = CB : CH$ , то  $y = Q_2$ , и в этом случае точка  $B$  находится под действием сил:

$$Q_1 + y = Q_1 + Q_2 = Q,$$

т. е. в сего взвешиваемого груза. Для уравновешивания последнего к точке  $A$  д. б. приложен, согласно условию, груз  $P = \frac{Q}{10}$ . Отношение плеч подплатформенного рычага  $E_2D_2 : E_2F$  м. б. произвольно, при условии, чтобы таково же было и отношение плеч коромысла  $CB : CH$ . Практика установила как наиболее рациональное отношение 1 : 6. Весьма часто десятичные весы снабжаются особым изолирующим аппаратом, благодаря которому платформа во время процесса навалки груза опирается не на призмы, а на раму весов.

Расчет подплатформенных рычагов. Безопасная нагрузка на рычаг

$$P = \frac{bh^2 L}{L-l}, \text{ а т. к. выше было принято } \frac{L}{l} = 6,$$

$$\text{то } P = \frac{6bh^2}{L-l}, \text{ полагая, что на каждую точку опоры действует груз, равный половине наибольшей нагрузки. Стандартные размеры десятичных весов приведены в табл. 5.}$$

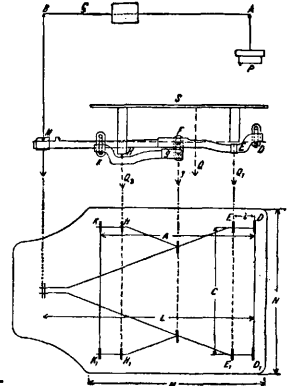
б) Товарные В. системы Фербенкс (фиг. 19 и 20). Платформа  $S$  лежит своими углами на четырех призмах  $E, E_1, H$  и  $H_1$ , залитых в двух чугунных подплат-

Табл. 5. — Стандартные размеры десятичных весов (ОСТ 258).

Наибольшая нагрузка в кг	Приблиз. вес в кг	Размеры платформы и ее площадь	Длина плеч в мм		Размеры профилей рычагов в мм		Расстан. между опорными призмами в мм
			l	L	b	h	
200	30—35	600×600 = 0,36 м <sup>2</sup>	103	618	10	36	365
500	70—75	800×800 = 0,64 м <sup>2</sup>	134	804	12	45	530
1000	180—200	1100×1100 = 1,21 м <sup>2</sup>	184	1104	16	70	734

форменных рычагах 2-го рода: длинного и короткого. Длинный треугольный рычаг соединен с коромыслом  $AB$  железной тягой  $MB$ , и т. о. вся нагрузка платформы пере-

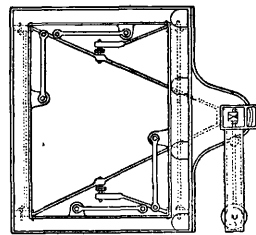
дается лишь в одну точку коромысла. Рычаги соединены между собой кольцами  $GF$ , охватывающими соединительные призмы  $F$ . Опорные призмы  $D, D_1, K, K_1$  подвешиваются к основной раме при помощи качающихся сержежек. Отношение плеч коротк. рычагов  $KH : KG$  должно быть равно отношению отрезков длинного рычага  $DE : DF$ , что и обеспечивает параллельное подымание и опускание платформы, а равно совершенно одинаковую передачу нагрузки от всех четырех углов к точке  $F$ . Отсюда ясно, что общая нагрузка платформы пере-



Фиг. 19.

дается в точку  $B$  коромысла в отношении  $ED : DM$ , т. е.

$$x = Q \cdot \frac{ED}{DM}. \text{ Т. к. коромысло } AB \text{ также неравноплечно, то для уравновешивания груза } x \text{ гири } P \text{ должна иметь вес } P = x \cdot \frac{CB}{AC} = Q \cdot \frac{ED \cdot CB}{DM \cdot AC}.$$



Фиг. 20.

Размеры плеч рычагов подбираются так. обр. чтобы произведение  $\frac{ED}{DM} \cdot \frac{CB}{AC}$  равнялось 50, 100, 200 и т. д., смотря по тому, строятся ли весы пятидесятичные, сотенные, двухсотенные и т. д. Обычно для весов с грузоподъемностью в 100 и 200 кг применяется отношение 1 : 50, для более же крупных весов — 1 : 100. Стандартные размеры весов Фербенкс приведены в табл. 6.

Расчет чугунных подплатформенных рычагов. Профиль рычагов д. б. несимметричен по отношению к нейтральной оси. Теоретически целесообразно

Табл. 6.—Стандартные размеры весов Фербенкс (ОСТ 261).

Отношение Наибольшие нагрузки	При- близ. вес в кг	Размеры платформ и их площади M × N	Длина плеч в мм		Расто- яние между точк. опоры в мм		Размеры профиля (Фиг. 21) в мм				
			l	L	A	C	B	h	b	c	
Весы $V_{100}$	100 кг	70	385 × 250 = 0,1м <sup>2</sup>	50	500	360	190	16	40	8	4
	200 »		500 × 350 = 0,18 »	56	560	428	245	18	45	9	4,5
Весы $V_{1000}$	500 кг	115	685 × 685 = 0,47м <sup>2</sup>	55	825	600	585	22	55	11	5,5
	1 т	225	750 × 1000 = 0,75 »	60	900	652	875	23	70	14	7
	2 »	375	1120 × 1120 = 1,25 »	81	1350	964	945	40	100	20	10
	3 »	550	1400 × 1400 = 1,96 »	96	1600	1190	1150	50	125	25	12,5

было бы брать тавр, центр тяжести которого делил бы высоту тавра в отношении 1 : 3 в соответствии с отношением допускаемых для чугуна напряжений на растяжение и сжатие. Однако практическ. осуществлению этого мешает невозможность целесообразного устройства платформы при наличии получающихся большой ширины полки и большой высоты тавра. На практике рекомендуется руководствоваться следующими соотношениями (фиг. 21):

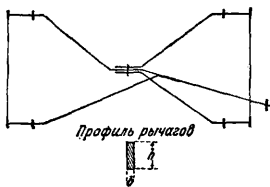
$$h = 2,5 B; b = 0,5 B; c = 0,5 b = 0,25 B; a = b = 0,5 B.$$

Наименьший момент сопротивления  $W$  (сечения, приведенного на фиг. 21) относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения, т. е. для волокна AC,  $W = 0,798323 B^3$ ; при допускаемом на практике напряжении на изгиб  $K = 1,8 \text{ кг/мм}^2$ ,

$$KW = 1,437 B^3; KW = \frac{Pl(L-l)}{L}$$

Отсюда получаем формулу для расчета без-опасной нагрузки на рычаг:  $P = \frac{1,437 \cdot B^3 \cdot L}{L-l}$ , предполагая самый неблагоприятный случай, что каждая призма рычага воспринимает половину наибольшей нагрузки весов. При удельном весе чугуна 7,1 вес  $n$ . м рычага равен 10,65  $B^2$ .

в) Товарные В. системы Фалько (фиг. 22). Основной принцип тот же, что и у других неравноплечных В. с четырьмя грузоприемными призмами. Главное их отличие от весов Фербенкс заключается в том, что здесь опорные призмы не подвешены на качающихся



Фиг. 22.

ся серьгах, а лежат на неподвижных опорах. Рычаги в весах системы Фалько делают железные, кованые.

При сравнении всех трех типов В.: Квинтента, Фербенкс и Фалько, прежде всего необходимо иметь в виду, что сотенные В.

более рациональны, чем десятичные, в виду наличия у них четырех точек опоры, что создает большую устойчивость и более правильное взвешивание при всевозможных положениях груза на платформе; кроме того, взвешивание на сотенных В. производится быстрее и легче вследствие меньшего действительного веса гирь. Из числа же сотенных В. преимущество следует отдать В. Фербенкс по следующим соображениям: 1) подвесные опоры для рычагов противодействуют смещению рычагов и перекосу призм при толчках во время нагрузки; 2) чугунные рычаги В. Фербенкс не подвергаются прогибу, как это наблюдается в системах железных рычагов, в которых этот прогиб, часто незаметный для потребителя, бывает причиной неправильности В.; 3) срок службы В. Фербенкс, примерно, вдвое больше, чем В. Фалько; 4) прочность конструкции позволяет обходиться без специальных аретировочных приспособлений.

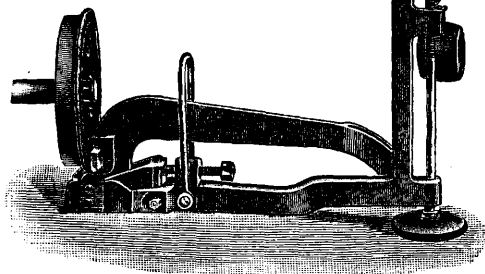
В. Фербенкс и Фалько иногда снабжаются передвижной гирей на полную грузоподъемность, что устраняет надобность в накладных гирях. Вес передвижной гири как в этом случае, так и в том, когда она служит лишь для мелкого разновеса, определяется из отношения плеч рычагов и коромысла по правилам, приведенным выше для римского безмена. Для включения гири может быть применен и вышеописанный рычажный механизм.

б) Вozовые В. («Вз»), для взвешивания грузных возов, изготавливаются в виде неравноплечных В. с подплатформенными рычагами, при чем механизм помещается на специальном фундаменте. При устройстве В. с накладными гирями обычно применяется отношение рычагов в  $\frac{1}{500}$  или  $\frac{1}{1000}$ . Допуск тот же, что и в товарных В. Такие же В. применяются и для непосредственного взвешивания грузов, когда по размерам последних требуется особенно большая платформа (т. н. врезные В.). Для взвешивания грузных автомобилей у нас применяются такие же В., хотя с развитием автомобильного транспорта рациональнее будет, как это делается за границей, строить специальные весы в виду неравномерности нагрузки на оси в автомобиле. На врезных весах м. б. укладываемы рельсы для вагонеток. Для взвешивания грузных вагонов на ж.-д. путях строятся специальные вагонные В. (см.).

7) Крановые В. («Кр»). В тех случаях, когда приходится взвешивать лишь один предмет, перемещение которого, в силу его формы или тяжести, представляет затруднение, применяются так назыв. крановые весы, представляющие собой систему неравноплечных рычагов. Такие В. подвешиваются к крану и подводятся к взвешиваемому предмету, который и зацепляется крюком, соединенным с грузоприемной призой В. Незначительного подъема весов вместе со взвешиваемым предметом достаточно, чтобы

посредством передвижной гири на коромысле краповых В. определить вес. Эти В. делаются с отношениями в  $\frac{1}{100}$ ,  $\frac{1}{200}$ ,  $\frac{1}{500}$  и  $\frac{1}{1000}$ , смотря по грузоподъемности. Допуск при наибольшей нагрузке:  $\pm 0,1\%$ .

8) Паровозные В. В паровозостроении весьма важную роль играет определение нагрузки на каждое колесо паровоза. Применяемые для такого взвешивания В. строятся двух типов: переносные (тип Эргарта) и постоянные. В. типа Эргарта (фиг. 23) состоят из двух неравноплечных рычагов. Станину В. упирают одним концом в подошву рельса так, что грузоприемная призма принимает на себя давление бандажа при

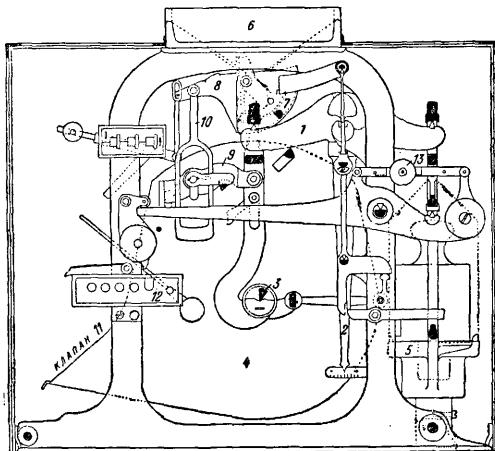


Фиг. 23.

входе паровозного колеса. Давление передается на коромысло и уравнивается передвижной гирей. Для определения нагрузки всех колес устанавливают одновременно соответственное число таких приборов. Способ установки этих В. сильно влияет на результат взвешивания, и потому более рациональными являются стационарные весовые помосты, к-рые устанавливаются в одной общей фундаментной яме под полотном дороги и несут на себе рельсы. Здесь также под каждым колесом устанавливается отдельный помост, при чем указательные коромысла всех помостов располагаются с одной стороны пути.

9) Автоматические В. В последнее время получили широкое применение автоматические В., которые отвечают определенное количество однородного (сыпучего или жидкого) материала и регистрируют количество произведенных взвешиваний. Примером такой конструкции могут служить весы Хронос (фиг. 24) для взвешивания зерна. Основными элементами этой конструкции являются: 1) Собственно весы, состоящие из двойного равноплечного коромысла 1, снабженного стрелкой 2, к которому подвешены: с передней стороны на призме 3 ковш 4 для взвешиваемого зерна, а с задней—чашки 5 для гирь. 2) Впускной механизм, состоящий из воронки 6 и двух заслонок, из которых одна 7 уменьшает приток зерна незадолго до наступления равновесия весов, а другая 8 по достижении надлежащего веса совершенно прекращает доступ зерна в ковш. 3) Механизм для опорожнения ковша, состоящий из задержки 9, стремени 10, приподнимающего эту задержку, и откидного клапана 11, открываю-

щегося, когда наполненный ковш повернется на своей оси. Опорожненный ковш возвращается в свое первоначальное положение под действием грузов, прикрепленных



Фиг. 24.

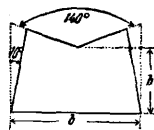
к его задней стенке. 4) Счетчик 12 опорожненный ковша. 5) Регулятор — в виде подвижного груза 13.

Весы аналогичной конструкции применяются для взвешивания свеклы, угля, а также некоторых видов масла.

Погрешности В., освобожденных от автоматического механизма, не должны превосходить погрешностей, указанных для коромысловых или неравноплечных весов. Средний вес из десяти последовательных порций зерна может отличаться от веса гирь, установленных на чашке автоматических В., не более чем на  $0,1\%$ , а вес каждой порции от означенного среднего веса — не более чем на  $0,5\%$  при малых порциях (5 кг) и до  $0,1\%$  при больших порциях (100 кг).

### III. Части весов.

Призмы и подушки. Качание рычагов и коромысел совершается на призмах, опирающихся на специальные подушки. В целях сохранения постоянства плеч и доведения трения до минимума призмы опираются на подушки острым ребром, носящим название ножа. Практически, острое ножка затачивается в виде части сферической поверхности с радиусом кривизны не более  $0,5\text{ м.м.}$  Призмы и подушки — главные части весового прибора, т. к. от правильного их устройства зависят верность, чувствительность и постоянство показаний В. Идеальной формой поверхности подушки является плоскость; однако эта форма практически применяется лишь в точных В., а из торговых В. лишь в наиболее совершенных, как, например, Фербенкс; все такие В. снабжены приспособлениями, препятствующ. смещению призм. В остальных В. подушкам придается форма жолоба (фиг. 25). Применяемые на практике размеры подушек для нормальн. типов В.:  $b = 8-40\text{ м.м.}$ ,  $h = 4-12\text{ м.м.}$



Фиг. 25.

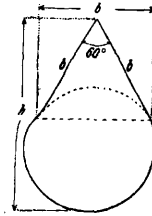
Расчет призм. Сила, действующая на рычаг, производит в призме: а) срезывание, б) изгиб в месте заделки призмы и в) деформацию острия призмы от давления действующей на него силы. Действием срезывающих сил практич. можно пренебречь. При изгибе смещаются оси вращения рычага, в к-рый заделана призма, что нарушает правильность действия весов и понижает их чувствительность. Теоретическое предположение, что призма на всем протяжении ножа лежит на подушке, практически редко осуществляется. Поэтому расчет призм производится в предположении наиболее неблагоприятного случая, когда нож соприкасается с подушкой только в двух точках по концам, по аналогии с балкой на двух опорах, которая несет посередине сосредоточенную нагрузку. Наименьший момент сопротивления относительно оси, проходящей через центр тяжести треугольн. сечения (фиг. 26),  $W = \frac{1}{24}bh^2$  даст для нашего случая  $W = \frac{1}{32}b^3 = 0,03125b^3$ . Допускаемое напряжение на изгиб  $K = 6 \text{ кг/мм}^2$ ; изгибающий момент  $M = KW = 0,1875b^3$ . Изгибающий момент сосредоточенной силы  $P$ , приложенной к концу призмы на расстоянии 1 мм от места заделки в рычаге, равен  $P \cdot 1$ ; таким образом безопасная нагрузка для призмы, выступающей на 1 мм из рычага, определится формулой  $P = 0,1875b^3$ . При увеличении расстояния от места заделки до конца призмы в  $a$  раз во столько же раз уменьшается величина безопасной нагрузки. На практике это расстояние колеблется от 5 до 120 мм для всех видов профилей. Аналогичным путем находим моменты сопротивления, приведенные в таблице стандартных размеров и для остальных профилей. Применяя данные теории Герца о соприкосании цилиндра с плоскостью, можно получить, что радиус кривизны  $r \geq \frac{P}{l}$ , где  $P$  — величина действующей на призму нагрузки,  $l$  — длина призмы. Из этой формулы явствует, что, поскольку радиус кривизны обратно пропорционален длине призмы, последнюю следует изготавливать такого размера по длине, чтобы предотвратить необходимость сильного закругления острия ножа призмы. Упомянутый выше жолоб подушки способствует уменьшению напряжения в ноже призмы, т. к. этот жолоб уменьшает относительную кривизну ножа и поверхности подушки. При наличии жолоба в ф-лу радиуса кривизны необходимо будет подставить значение  $r$ , определяемое ур-нем:  $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}$ , где  $r_1$  — радиус кривизны ножа,  $r_2$  — радиус жолоба подушки. Необходимо заметить, что вопрос об определении местных напряжений в ноже призмы, в общем, еще недостаточно разработан и на практике преимущественно пользуются эмпирическими данными.

Стандартные профили. 1) Треугольный профиль (фиг. 26):  $b = 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25 \text{ мм}$ ;  $W = 0,03125b^3$ .

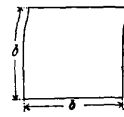
Этот профиль применяется гл. обр., когда рабочее ребро остается при заделке свободным по всей длине (как указано на фиг.). 2) Грушевидный профиль (фиг. 27):

$b$	6	9	12	16	20	25 мм
$h$	9	13,5	18	24	30	37,5

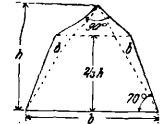
$W = 0,1236b^3$ ; применяется он по преимуществу, когда призма пропущена насквозь через тело рычага. 3) Квадратный профиль (фиг. 28):  $b = 6, 8, 10, 12, 14, 17, 21, 25, 30, 35, 45, 50 \text{ мм}$ ;  $W = 0,1179b^3$ ; применяется по преимуществу в



Фиг. 27.



Фиг. 28.



Фиг. 29.

литых чугуновых рычагах, так как удобен для вкладывания в форму при отливке. 4) Пятиугольный профиль (фиг. 29):

$b$	25	33	40	50	65 мм
$h$	21,7	28,6	34,6	43,3	56,3

$W = 0,04561b^3$ ; применяется для больших  $b$ . Материалом для призм и подушек служит главн. обр. обыкновенная углеродистая сталь высшего качества, с возможно меньшим содержанием фосфора и серы. Химич. состав: С 0,8—1%; Мп 0,4%; Р 0,03%; S 0,02%; Si 0,35%. Термическая обработка: стальная призма по окончательном изготовлении д. б. закалена при 760—790°, с выдержкой при этой  $t^\circ$  в течение 10—20 м., в зависимости от размеров. Закалка производится в воде с  $t^\circ 20^\circ$ . После закалки производится непродолжительн. отпуск в пределах 200—240°. Во избежание врезывания ножа призмы в тело подушки (что влечет за собой уменьшение чувствительности В.) закалка подушки д. б. крепче, чем закалка призмы. Иногда употребляют в качестве материала для призм в точных и аналитических В. алмаз, агат и халцедон — минералы, пригодные по своей твердости, но благодаря хрупкости и дороговизне не имеющие широкого практического применения.

Аретеры и изолирующие аппараты. Аретир — приспособление для немедленной остановки колебаний коромысла. Обычно он устраивается в виде рамки с вращающейся внутри пластинкой или в виде одной пластинки с ручкой, движением которой пластинка, приняв вертикальное положение, прижимает коромысло и вызывает остановку его. Изолирующий аппарат — приспособление, предохраняющее рабочий нож призмы от ударов во время нагрузки. Одна система приспособлений действует путем отодвигания коромысла и рычагов от их точек опоры, другая удаляет подушки от ножей призм. Изолирующие аппараты очень хорошо работают в равноплечных точных В. В неравноплечных В. эта задача до сих пор удовлетворительно не разрешена.



При существующих системах действие изолирующих аппаратов связано обычно с некоторым нарушением правильности работы весов, так как разведенные призмы и подушки приходят вновь в соприкосновение с некоторым перемещением. По этой причине изолирующие аппараты заменяют применением усиленных конструкций весов, качающихся сережек, играющих роль амортизаторов, предохранительных струнок (фиг. 20), препятствующих значительному сдвигу платформы, и т. д.

Передвижная гиря. Если наименьшее подразделение шкалы неравноплечных весов соответствует весу 20 кг и более, то вместо штрихов на коромысле нарезаются углубления, а на передвижной гире устраивается соответствующий зубец. Передвижные гири устраивают целыми и составными, снабжают специальными роликами для передвижения, выдвижной линейкой и специальным печатающим аппаратом, к-рый помощью рельефных металлических цифр отбивает на листках плотной бумаги вес. Зубец гири и часть коромысла с углублениями изготовляются из стали или твердого чугуна.

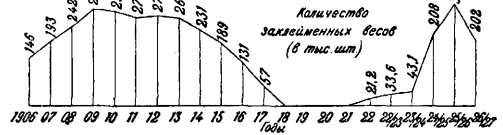
#### IV. Эксплуатация В.

Проверка, клеймение и приемка. Все В., служащие для экономическ. оборота, подлежат до выпуска их в продажу обязательной проверке и *клеймению* (см.) поверочными палатами. Аналитич. и контрольные весы также могут поверяться палатами, которые в этом случае никаких клейм не ставят, но по желанию предъявителя выдают свидетельства с указанием точности и чувствительности. В., находящиеся в эксплуатации, подлежат обязательной проверке и клеймению каждые два года. Исключения составляют В., эксплуатируемые НКПС и НКПиТ, для которых этот срок увеличен до трех лет. Основные элементы проверки В. следующие: 1) проверка правильности конструкции в целом; 2) проверка правильности размеров и отношений плеч коромысел и рычагов, правильности линии ножей, призм и шкалы; 3) проверка и испытание отдельных частей; 4) испытание верности и чувствительности. Все указанные операции производятся на основе правил Главной палаты мер и весов: а) об устройстве мер длины, мер вместимости, гири и весов, издание № 21 и б) о проверке и клеймении мер длины, мер вместимости, гири и весов, изд. № 29. Особое внимание обращается на испытание закали, для чего соответственные части пробуются напильником.

Употребление В. При употреблении весов рекомендуется соблюдать следующие правила: 1) до начала пользования В. устанавливать их по отвесу; 2) предохранять В. от толчков как при передвижении, так и при взвешивании; 3) держать закрытым арегир коромысла и изолирующий аппарат до взвешивания и после него; 4) в десятич. В. накатывать груз не с боков, а с задней части платформы по длине рычага; 5) не смазывать призмы и подушки жирн. веществами; 6) производить периодич. проверку весов.

Весовая промышленность. В довоенное время русский рынок в значитель-

ной мере питался весовыми изделиями, привозимыми из-за границы, в особенности в отношении точных и разных специальн. В. Существовавшие в России заводы и мастерские по б. ч. были кустарного или полукустарного типа. Как видно из фиг. 30, где



Фиг. 30.

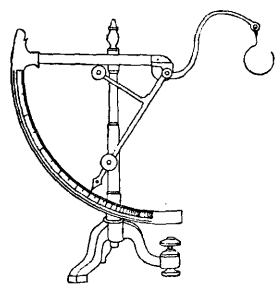
указаны ежегодные количества количества всех заклеиваемых новых В. (включая и импорт), к 1918 г. производство В. почти прекратилось. С 1922 г. наблюдается усиленный рост весовой промышленности, и в СССР стали производиться не только торговые В., но в известной мере и весы точные, автоматические и др. Выработанные в настоящее время стандарты создают возможность не только поставить массовое производство В., но и разрешить один из наиболее больших вопросов русской весовой промышленности, — вопрос о производстве стали для призм и подушек. Насколько затруднено было это дело до сих пор, видно из того, что при годовой потребности стали в 100 т у нас обращалось свыше 100 различных профилей и размеров.

В период с 1918 по 1926/27 годы в СССР изготовлено весов на сумму ок. 35 млн. р. Средняя стоимость весовых приборов: В. столовые Беранже 15—30 р.; десятичные 40—175 р.; сотенные 125—450 р.; аналитические 300—1 000 р.; вагонные 8 000—15 000 р. Крупнейшим з-дом по изготовлению В. в СССР является завод Одесского металлотреста им. Старостина, изготовляющий товарные, вагонные, контрольные и др. В.; точные В. изготовляют: Трест точной механики в Москве и мастерские Главной палаты мер и весов в Ленинграде; автоматические — Московск. машиностр. Ленинградский станкостроительный завод и Акц. об-во Мельстрой. Из крупных заграничных фирм следует отметить: А. Рупрехт (точные весы), Шембер (циферблатные и товарные) в Австрии; Бунге, Сарториус (лабораторные) в Германии, Фербенк (товарные, а также вагонные) в Северо-Америк. Соединенных Штатах и Авери (товарные, точные) в Англии; Лонг (точные), Фалько и Карпанте (вагонные, взовые), Дайтон (циферблатные) во Франции.

Лит.: Доброхотов А. Н., Весы, Л., 1926; Кац И. С., Торговые весы, их конструкция, теория и выверка, Одесса, 1905; Богуславская Л. А., Работы в весовой лаборатории, Л., 1927; Егоров Н. М., Определение прочности и чувствительности весовых коромысел типа сикновской фермы, «Перворочное дело», Л., 1927, 1(12); Стандартизация вес. приборов, «Труды К-та эталонов и стандартов», Л., 1927; «Перворочное дело», Л.; «Временник Главной палаты м. и в.», Л., 1928, вып. 2 (14); Брауер Е., Die Konstruktion der Wage, 3 Aufl., Lpz., 1906; Feigenstraecker W., Theorie, Konstruktion u. Gebrauch d. feineren Hebelwage, Leipzig — В., 1907; Kohle J., Die Wage, Bielefeld, 1913; Dinse E., Fortschritte im Wagenbau, В., 1924; Tauchnitz O., Automatische Registrierwagen, München — В., 1913; Owens G. A., A Treatise on Weighing Machines, L., 1922; W. A. H., Scales a. Weighing, N. Y., 1924; «The Scale Journal», Chicago; «Revue de Métrologie pratique», Paris.

П. Белиц-Гейман.

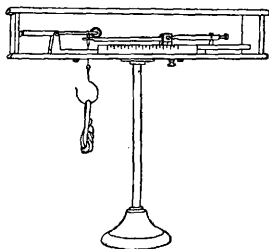
**ВЕСЫ ДЛЯ ПРЯЖИ**, приборы для определения номера пряжи путем взвешивания. *Номерация пряжи* (см.) устанавливается для классификации ее тонины, и весы для пряжи показывают номер данной пряжи в зависимости от ее рода, длины, веса и системы номерации. Наиболее употребительны следующие приборы-весы. 1) **К в а д р а н т** завода Гудбранда (фиг. 1) служит



Фиг. 1.

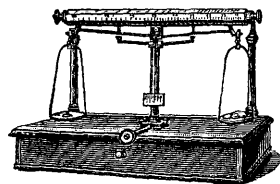
2) **Универсальный квадрат** з-да Л. Шоппера (см. Т. Э., т. II, ст. 780) предназначен для определения номеров различного рода пряжи по метрич., англ., саксонск. и пр. системам номераций. На правый крючок навешивается пряжа соответствующей длины, например 100 м или 120 ярдов, в зависимости от системы номерации; номер пряжи определяется непосредственно по шкале.

3) **Универсальные весы Нолса (Knowles)** с цифровой шкалой (фиг. 2) служат для непосредствен. определения номера пряжи по весу одной пасмы длиной 120 ярдов. 4) **Квадрат Ланкастера** (см. Т. Э., т. I, ст. 585) употребляется для двух целей: а) для определения номера пряжи по весу нити в 4 и 40 ярдов и б) для определения веса куска ткани в английских фн. по весу условного образца. 5) **Горизонтальные прецизионные весы Амслера** (фиг. 3) служат для определения номера пряжи с точностью до  $\frac{1}{10}$  г;



Фиг. 2.

они применяются для английской и метрической номераций хлопчатобумажной пряжи и указывают номер, при определен. длине нити, в м или ярдах. 6) **К в а д р а н т Д е н ь е** служит для определения номера (денье) шелковой пряжи. 7) **Б а л а н с Ш т а у б а** (см. Т. Э., т. I, ст. 582),—здесь пряжа подвешивается отдельными нитями на правый крючок коромысла, пока коромысло не примет горизонтального положения. Число взятых нитей, определяемое счетом их, и даст номер пряжи. 8) **У н и в е р**



Фиг. 3.

с а л ь н ы й б а л а н с Ш т а у б а (см. Т. Э., т. I, ст. 582)—здесь номер определяется по цифровым обозначениям на шкале при помощи специальной тонкой пластинки, передвигаемой по коромыслу до уравновешивания крючка с пряжей.

Все указанные приборы рассчитаны на определение номеров пряжи по малой длине нити, отмотанной с початка, шпули и т. п. или же вынутой из образца ткани, при чем нить предварительно отмеривается по особым пластинкам-шаблонам, прилагаемым к прибору для каждого рода пряжи. Приборы одинаково применимы для хлопчатобумажной, шерстяной и прочих родов пряжи. При определении номера пряжи на всех описанных выше приборах следует иметь в виду, что данные исследования справедливы только для пряжи сырой — суровой.

*Лит.:* Архангельский А. Г., Волокна, пряжа, ткани, М., 1914; Herzfeld J., Die technische Prüfung d. Garne u. Gewebe, Wien-Lpz., 1896; Fiedler E., Die Untersuchung u. Prüfung d. Baumwollgespinste, Reichenberg, 1919. С. Молчанов.

**ВЕТИВЕРОВОЕ ЭФИРНОЕ МАСЛО** получается из корней дико растущего и культивируемого в Индии, на о-вах Цейлон, Ява и других, растения *Vetiveria zizanioides* Stapf с выходом 0,4—1,0%; вследствие трудности отделения вязкого масла отгонка производится б. ч. на европ. заводах; лучшим считается яванское масло. В состав масла входят ветилен  $C_{15}H_{24}$ , спирт—ветивенол  $C_{15}H_{24}O$ , кетоны—ветирон и ветиверон. В. э. м. имеет большое применение в парфюмерии. Ветиверовый корень поступает в Европу в виде крупных кусков красноватого цвета и применяется как для отгонки эфирного масла, так и для экстракции душистых веществ.

*Лит.:* см. Эфирные масла.

**ВЕТРОВАЛ**, деревья, выворочен. с корнями ветром и упавшие на землю. Ветровалу в наибольшей степени подвержены деревья с поверхностной корневой системой (например ель), а также и деревья, растущие на сырых и мелких почвах (например дуб и сосна). Для предупреждения В. рубку леса ведут навстречу господствующим ветрам, создают ветроупорные опушки и разводят смешанные насаждения, к-рые обладают большей ветроустойчивостью, чем, например, чистые еловые насаждения. От В. отличаются бурелом: это такие деревья, у к-рых действием ветра ломается ствол, при чем верхняя его часть падает на землю. Как буреломный лес, так и В. следует немедленно убирать из лесу, т. к. в противном случае он послужит очагом для размножения вредных насекомых и грибных паразитов, а также усилит опасность распространения лесных пожаров.

*Лит.:* Яшнов Л. И., Краткий курс лесоведения и общего лесоводства, Казань, 1927.

**ВЕТРОСИЛОВЫЕ СТАНЦИИ**, сооружения, имеющие своим назначением утилизацию силы ветра для получения работы в том или ином виде. В самом общем виде В. с. состоит из ветряного двигателя, аккумулятора энергии ветра и резервуа (ветряного) двигателя. Для расчета ветросиловых станций необходимо, задавшись графиком нагрузок станции, произвести специальную обработку ежедневных наблюдений над энергией (скоростью) ветра с целью определения

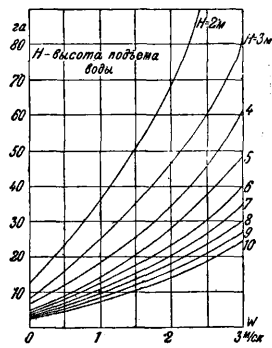
продолжительности работы резервного двигателя при различ. емкости аккумулятора. Обработка наблюдений производится след. образом. К энергии ветра за данный промежуток времени (день) прибавляют оставшуюся неиспользованной от предыдущего промежутка времени емкость аккумулятора; отсюда вычитают заданную для данного промежутка времени работу станции, согласно графику нагрузки; разность, если она будет положительной, даст величину заряда аккумулятора для следующего промежутка времени, а разность отрицательная—величину работы резервного, неветряного двигателя. Энергия ветра, остающаяся свободной после заряда аккумулятора, рассеивается в пространство. По данным о продолжительности работы резервного двигателя за достаточно длинный промежуток времени (10 лет) строят кривые продолжительности работы или простоя ветряного двигателя (в днях), в зависимости от емкости аккумулятора (в днях средней годовой нагрузки станции). Такие кривые строятся для разн. значений  $W^3$  ( $W$ —скорость ветра), т. к. полная мощность станции пропорциональна  $W^3$ . Задавшись различными емкостями аккумулятора, определяют для разных размеров ветряных двигателей, сообразуясь с продолжительностью работы резервного двигателя, стоимости как единицы мощности, так и единицы энергии, получаемой на В. с.

С удалением от земной поверхности скорость ветра увеличивается, и для получения определенной мощности достаточно ветряного двигателя меньшего диаметра; вместе с этим увеличивается, однако, и стоимость башни. Существует наиболее выгодная высота башни и соответствующий ей диаметр ветряного двигателя. Подсчеты показывают, что для открытого места наиболее выгодная высота башни для ветряных двигателей разных диаметров соответствует 8—10 м расстояния нижнего конца крыла от земли.

Теоретич. подсчеты показывают, что при московских ветрах в современных условиях СССР (при условии возврата основного капитала в 8 лет и 6% годовых на капитал) 1 kWh ветроэлектрич. станции мощностью 15 kW должен обходиться в 35,8 к. с электрохимич. (свинцовым) и 38,3 к. с гидравлич. аккумулятором. Отсюда следует, что в современных условиях СССР небольшие ветроэлектрические станции с любыми аккумуляторами энергии ветра нерентабельны. Более рентабельны мелкие электрические станции, работающие от нефтемотора параллельно с усовершенствованными ветряными двигателями. В этом случае топлива расходуется в 2,5—3 раза меньше, и стоимость энергии понижается на 20—30%.

Что касается ветряных двигателей, применяемых для орошения, то кривые на фиг. 1 показывают количество га, к-рое в зависимости от скорости ветра  $W$ , при разных высотах подъема воды  $H$  м, может оросить ветряной двигатель с диам. крыльев в 8 м, с поршневым насосом, при постоянной скорости вращения двигателя; при этом принимается кпд трансмиссии  $\eta_1=0,75$ , кпд насоса  $\eta_2=0,65$  и, следовательно, общий кпд всей установки  $\eta=0,487$  и пред-

полагается, что за шесть летних месяцев установка должна подать воды для орошения 4 000 м<sup>3</sup> на га. При переменной скорости вращения двигателя производительность увеличивается с увеличением этой скорости; если последняя возрастет вдвое, то при постоянном ходе поршня насоса производительность увеличится в полтора раза, а при автоматичес-



Фиг. 1.

ки переменном ходе поршня даже в два раза против данных фиг. 1. Центробежные насосы, приводимые в движение ветряных двигателем, при переменной скорости вращения двигателя и при прочих равных условиях делают работу установки более плавной, чем поршневые насосы, и несколько увеличивают общую выработку за сезон, уменьшая стоимость всей установки вследствие меньшей стоимости центробежных насосов.

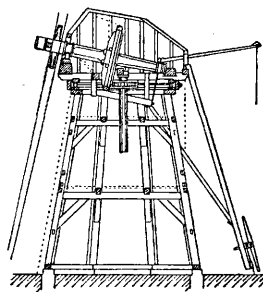
О применении В. с. к промышленной электрификации грубо ориентировочные подсчеты показывают следующее. В случае, если подстанция, состоящая из 8 ветряных двигателей диам. 30 м, снабженных асинхронными генераторами по 100 kW каждый с компенсацией на подстанции  $\cos \phi$ , работает на сеть высокого напряжения (38 000 В) параллельно с существующей районной электрич. станцией, то размеры первоначальных расходов на 1 установленный kW составят 513 руб.; стоимость 1 kWh получается: для Москвы (среднегодовой ветер 4,32 м/сек и число часов использования 1 660 в год)—5,5 коп., для Крыма (7 м/сек, 4 400 ч. в год)—2,09 коп., для района Баку (8,5 м/сек, 5 340 ч. в год)—1,72 коп. и для района Новороссийска (9,3 м/сек, 5 950 часов в год)—1,54 коп. В случае создания ветряных двигателей мощностью по 1 000 kW каждый, если принять, что расходы по установке единицы мощности будут такие же, как и для ветряного двигателя в 100 kW, стоимость 1 kWh установки для станции мощностью в 8 000 kW составит 362 руб., а стоимость энергии: для Москвы—3,4 коп., для Крыма—1,3 коп., для Баку—1,07 коп. и Новороссийска—0,95 коп. за 1 kWh. Для района протяжением 1 000 км, покрытого широко развитой сетью электропередач, с приключенными к ней в разных местах группами ветряных двигателей, энергия ветра не обеспечивает непрерывности подачи тока по твердому графику нагрузки, хотя и может принять на себя, в общем, до 80% среднегодовой нагрузки районной электростанции. Подсчеты показывают, что безусловно полного перекрытия загибья одной части района ветрами другой его части не получается даже для района протяжением в 3 000 км. Резерв для энергии ветра, следовательно, необходим. Весьма подходящим источником энергии для параллельной работы с ветряным двигателем

является вода, так как в засушливые годы количество энергии ветра увеличивается, а по временам года периоды стока воды и сильных ветров также, в общем, взаимно противоположны; тем не менее необходимы широкое регулирование стока воды гидравлической станции и утилизация его преимущественно в периоды безветрия.

Энергию ветра человечество стало применять для приведения ветряных двигателей во вращение уже со 2 в. нашей эры. В С.-А.С.Ш. в конце 19 в. было около 200 э-дов, занимавшихся изготовлением ветряных двигателей, при чем годовой выпуск в 1895 г. составлял: двигателей «Аэромотор»—60 000 шт. и двигателей «Эклипс»—45 000 шт. Земледелие и садоводство во многих полусушливых штатах С. Америки получили возможность развития исключительно благодаря применению ветряных двигателей для орошения и других с.-х. работ. В Аргентине на площади 2 987 000 км<sup>2</sup> до 1914 г. ежегодно устанавливалось 12—15 тыс. ветряных двигателей. В 1926 г. в С.-А. С. Ш. вновь было установлено более 100 000 ветряных двигателей. В Дании существует целая сеть вспомогательных ветроэлектрических установок, работающих параллельно с небольшими общинными электрич. станциями, при чем оказалось, что в нек-рых случаях удалось достигнуть 50% экономии в годовом расходе топлива.

Общее количество ветряных двигателей в 38 губерниях (197 уездах) европ. части СССР по неполным статистич. данным можно оценить числом ок. 170 000 штук, из которых двигателей заводского производства только 67 штук. Общую среднегодовую мощность всех этих ветряных двигателей можно считать равной 700 000 л.с. Для всего СССР—эти числа будут значительно выше. Более 99% существующих в СССР ветряных двигателей применяется для помола муки, при чем почти всюду их достаточно для помола всего местного урожая хлеба. При уплотнении работы этих мельниц примерно в 2½ раза они были бы в состоянии перемолоть всю муку СССР при утилизации лишь 26,3% проходящей через них энергии ветра.

На фиг. 2 представлен общий вид ветряной мельницы голландского шатрового типа (см. *Ветряные мельницы*).

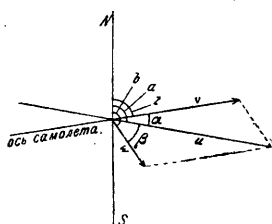


Фиг. 2.

Низкий коэфф-т утилизации энергии ветра  $\xi$  в этих ветряных мельницах обусловлен гл. обр. воздухопроницаемостью (щелями) крыльев и помещением за крыльями толстого, ничем не прикрытого маха (из нескольких бревен), который представляет очень большое сопротивление для воздуха. Создание хорошо обтекаемой воздухом формы крыльев и устранение их воздухопроницаемости могут повысить значение коэффициента утилизации энергии ветра  $\xi$  вдвое.

Лит.: см. *Ветряные двигатели*. Н. Красовский.

**ВЕТРОЧЕТЫ**, авиационные числительные приборы на самолете для определения влияния ветра и установления точного направления курса полета при движении воздушного судна. Для определения влияния ветра необходимо знать его направление и силу во время полета. Это делается или вычислением или построением так наз. летного треугольника скоростей. При перелете из одного пункта в другой важно знать как направление, которого должен держаться самолет, учитывая ветер, так и земную скорость полета для определения пройденного расстояния. При движении самолета в неподвижном воздухе, т. е. в безветренную погоду, направление оси самолета точно совпадает с направлением пути относительно земли, и техническ. скорость (скорость перемещения самолета относительно воздушной среды) равна скорости перемещения относительно земли, или земной скорости. При ветре самолет переносится вместе с воздушной средой, т. е. имеет относительно земли, помимо собственно технич. скорости, еще дополнительную—равную по величине и направлению скорости ветра на высоте полета. Т. о. движение воздушного судна относительно земли складывается из движения его относительно воздуха и движения воздуха относительно земли, или ветра. Графически определяя, получим (фиг. 1):  $w$ —вектор ветра,  $v$ —вектор технич. скорости,  $u$ —



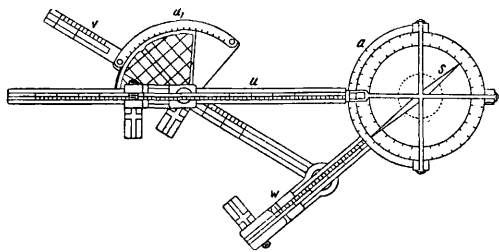
Фиг. 1.

вектор земной скорости, которые являются сторонами треугольника, ориентированными относительно стран света. Направление оси самолета или направление технической скорости полета определяется

углом  $z$  между меридианом и осью самолета, отсчитываемым по часовой стрелке от северного направления меридиана до направления носа самолета и называемым курсом самолета. Направление же земной скорости определяется азимутом пути, т. е. углом  $a$ , отсчитываемым от северного меридиана по часовой стрелке до направления пути. Угол  $\alpha$  между направлением земной скорости и направлением технической скорости называется углом сноса, или углом дрейфа. Направление ветра определяется, как в метеорологии, указанием румба того направления, откуда дует ветер, или же указанием азимута  $b$  вектора ветра. Угол путевого треугольника  $\beta$ , образуемый вектором ветра и вектором земной скорости, называется углом ветра.

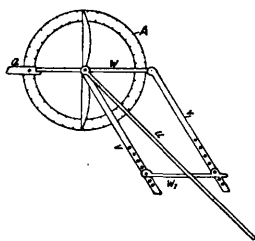
Существующие конструкции В. подразделяются на два типа. В. первого типа требуют для нахождения ветра предварительного определения величин и направлений технической и земной скоростей. В. второго типа позволяют находить направление и скорость ветра без непосредственного измерения земной скорости, имея на борту самолета измеритель технич. скорости, компас и измеритель угла сноса. К первому типу относятся

В. Журавченко (см. фиг. 2). Прибор представляет собой подобие летного тр-ка скоростей, все элементы которого м. б. изменены и закреплены. Направление сторон летного тр-ка ориентируют при помощи двух компасных шкал, из коих наружная, с делениями от 0 до 360°, соответствует обычной шкале



Фиг. 2.

компаса, а внутренняя имеет обозначения, принятые в метеорологии. Стрелка  $S$ , соединенная с линейкой ветра  $w$ , на внешней шкале своим черным концом указывает, куда дует ветер, а на внутренней шкале противоположным белым концом показывает, откуда дует ветер. Против постоянной отметки, нанесенной на ползуне линейки земной скорости  $u$ , устанавливается деление шкалы, соответствующее величине земной скорости самолета. На линейке технич. скорости  $V$  находится дуга сносов  $a_1$ , тождественная со шкалой сносов  $a$ ; дуга сносов служит для переноса углов сноса на компасную шкалу, т. е. для ориентирования линейки земной скорости. Для определения ветра по данным величинам и направлениям технической и земной скоростей устанавливают в приборе заданные элементы летного тр-ка. По построенному т. о. тр-ку скоростей будут найдены искомые сила и направление ветра. По тому же принципу устроен франц. прибор системы Дюваль (фиг. 3). Он состоит



Фиг. 3.

из медного круга  $A$  с азимутными и румбовыми делениями и трех линеек, вращающихся ок. центра круга: линейки ветра  $w$ , линейки технической скорости  $v$  и линейки земной скорости  $u$ . На конце линейки ветра укреплен на шарнире линейка  $v_1$ , снабженная, равно как и линейка технической скорости, рядом отверстий. В эти отверстия вставляют шпонки перекладной планочки ветра  $w_1$ , которая устанавливается параллельно линейке ветра  $w$  против делений линейки технической скорости. При построении летного треугольника линейки скоростей вращаются около центра круга и устанавливаются на делениях круговой шкалы, соответствующих направлениям скоростей, а линейка земной скорости  $u$  пересекается с планкой ветра  $w_1$ ; место их пересечения показывает на планке скорость ветра  $w$ , а на линейке—земную скорость полета.

Кроме разобранных конструкций ветротчетов, имеются более упрощенные и портатив-

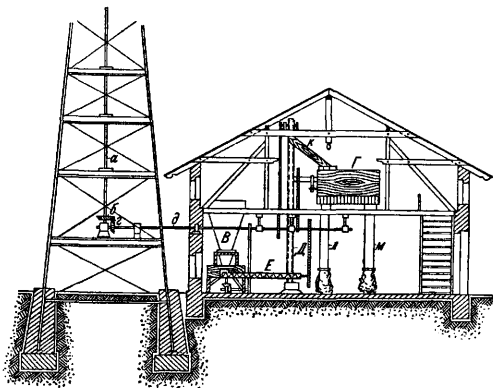
ные, но менее точные. Прибор Калитина и курсовая линейка и транспортир Вихмана пригодны для вычислений в закрытых кабинках воздушных судов. К В. второго типа относятся прибор Бегенера и В. Леприера, более известный под названием *навиграфа* (см.).

Лит.: Немчинов В., Авиационные приборы, Москва, 1926; Молчанов П., Методы и приборы соврем. аэронавиг. службы, Л., 1924; Воздушный справочник, т. 1, 1925; Вепневитз К., Flugzeuginstrumente, В., 1922.

### ВЕТРЯНАЯ МЕЛЬНИЦА,

мельница, оборудованная обычно только жерновыми поставами небольшой производительности и приводимая в движение ветряным двигателем. В. м. состоит из небольшого здания, в центре которого проходит вертикальный вал, верхним концом соединяющийся посредством двух конич. зубчатых колес с валом ветряного двигателя, а нижним концом приводящий в действие жерновые поставы. Двигателем В. м. служат 4—6 крыльев, насаженных на вал, наклонен. к горизонту под углом ок. 10°. Различают В. м. двух видов—немецкие и голландские. Немецк. В. м. характеризуются тем, что для расположения плоскости крыльев перпендикулярно к направлению ветра вал и крылья ветряного двигателя вращаются вместе со зданием мельницы; такие мельницы называются также козловыми, т. к. все здание располагается на особых козлах с одной осью вращения по середине. Голландск. В. м., называемые также шатровыми, отличаются от немецких тем, что поворачивание вала и крыльев достигается перемещением на особых катках верхнего шатра мельницы, при чем здание остается неподвижным.

В. м., обладая такими качествами, как дешевизна и простота устройства, а также дешевизна эксплуатации, страдают и многими недостатками, при чем главный из них кроется в неравномерности ветра: при отсутствии его мельница должна стоять; при слабом ветре бегун вращается медленно, и зерно плохо дробится; при сильном—бегун вращается слишком быстро, и мука перегревается. Что касается мощности двигателей В. м., то



о ней можно судить по следующим данным: двигатель голланд. мельницы на 4 постава развивает ок. 20 HP и работает с кпд около 0,5—0,6; мельница немецкого типа, устанавливаемая на козлах и поворачивающаяся на вертикальной оси, д. б. легче, а потому имеет обычно один-два постава и двигатель

ее развивает мощность от 5 до 10 НР с кпд около 0,4—0,5. На фиг. представлена В. д., приводимая в действие *ветряным двигателем* (см.) современного типа, вращающим вал *a*, на конце которого насажена конич. шестерня *b*, сцепляющаяся с другой такой же шестерней *г* на горизонтальном валу *д*. Зерно загружается в постав *B*, и продукт размола из последнего винтом *E* подается к самотаске *Д*, которая поднимает его во второй этаж мельницы; из самотаски по течеке *к* продукт поступает в бурат *Г*, где он просеивается, и мука выходит по течеке *л*, а отруби—по течеке *м*.

**В. Прокофьев.**

**ВЕТРЯНЫЕ ДВИГАТЕЛИ**, двигатели, приводимые в движение силою ветра, дующего на крылья. Воздух, подходя к В. д. и проходя через площадь, ометаемую его крыльями, создает перед ним увеличенное давление, уменьшает свою скорость и частично растекается вокруг В. д.

(см. *Аэродинамика*). Схему течения воздуха около В. д. можно представить в виде фиг. 1. Линии *АВВ* и *А<sub>1</sub>В<sub>1</sub>В<sub>1</sub>* представляют собою границы частиц воздуха, прошедших и не прошедших сквозь площадь, ометаемую крыльями В. д.; при этом за двигателем объем *ВВВ<sub>1</sub>В<sub>1</sub>* обработанного воздуха мы рассматриваем изолированным от окружающего воздуха с более спокойным течением. Обозначим скорость воздуха далеко перед двигателем в сечении *АА<sub>1</sub>* через *W*, скорость в плоскости вращения *ВВ<sub>1</sub>* через *W-w*, скорость отработанного воздуха далеко за двигателем в *ВВ<sub>1</sub>* через *W-w<sub>1</sub>* и площадь, ометаемую крыльями двигателя, в сечении *ВВ<sub>1</sub>* через *F*. По теореме о количестве движения (полагая в ней элемент времени *t=1* ск.) имеем силу лобового давления двигателя

$$P = mW - m(W - w_1) = mw_1, \quad (1)$$

где *m*—масса прошедшего в 1 ск. через площадь *F* воздуха; мощность двигателя

$$T = P(W - w) = mw_1(W - w). \quad (2)$$

Та же мощность выражается как разность живых сил потока в сечениях *АА<sub>1</sub>* и *ВВ<sub>1</sub>*. В сечении *ВВ<sub>1</sub>* давление равно атмосферному и линии тока воздуха параллельны средней оси потока. Имеем:

$$T = m \frac{W^2}{2} - m \frac{(W - w)^2}{2} = mw_1 \left( W - \frac{w_1}{2} \right). \quad (3)$$

Сравнение выражений (2) и (3) дает нам:

$$w = \frac{w_1}{2}. \quad (4)$$

Для средней скорости потока в сечениях *АА<sub>1</sub>* и *ВВ<sub>1</sub>* имеем:

$$\frac{W + (W - w_1)}{2} = W - \frac{w_1}{2} = W - w,$$

т. е. скорость воздуха в плоскости вращения В. д. является средней арифметической из скоростей воздуха далеко перед двигателем и далеко за ним. Масса воздуха, проходящего в 1 секунду через сечение *F* плоскости вращения В. д.:  $m = \rho F(W - w)$ , где  $\rho$ —плотность воздуха (в наших условиях при  $t^\circ 15^\circ$ , при  $45^\circ$  с. ш., на уровне моря  $\rho = \frac{1}{8} \frac{\text{кг ск}^3}{\text{м}}$ ).

Т. Э. т. III.

Т. о. работа, отданная потоком воздуха В. д., согласно (2), равна  $\rho F(W - w)^2 w_1$ . Энергия ветра измеряется его живой силой  $\frac{mW^2}{2} = \rho F \frac{WW^2}{2} = \rho F \frac{W^3}{2}$ .

Доля работы В. д. на энергию ветра и заменяя  $w_1$  через  $2w$ , получим коэффициент использования энергии ветра, или кпд его,

$$\xi = \frac{\rho F(W - w)^2 w_1}{\rho F \frac{W^3}{2}} = \frac{4(W - w)^2 w}{W^3}.$$

Для получения максимума  $\xi$  определяем производную  $\frac{d\xi}{dw}$  и приравниваем ее нулю:

$$\frac{d\xi}{dw} = \frac{4}{W^3} [(W - w)^2 - 2(W - w)w] = 0,$$

откуда

$$W - w = 2w, \quad w = \frac{W}{3} \quad \text{и} \quad W - w = \frac{2}{3}W;$$

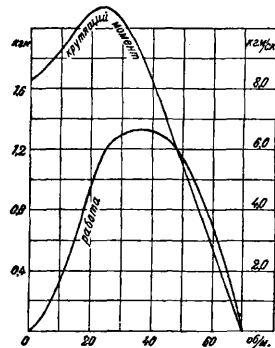
$$\xi_{max} = \frac{4}{W^3} \left( \frac{2}{3}W \right)^2 \frac{W}{3} = \frac{16}{27} = 0,592.$$

Отсюда видно, что более  $\frac{16}{27}$  энергии ветра, проходящей через ометаемую крыльями В. д. площадь, получить нельзя. Это относится ко всяк. рода В. д.—крыльчат. и карусельным.

Работы Центр. аэро-гидродинамич. ин-та (ЦАГИ) в 1920 г. показали, что получаемый из опыта кпд  $\xi$  зависит от метода испытания В. д. Ветер в периоды усиления расходует свою энергию не только на полезную работу, отдаваемую двигателю, но и на образование в крыльях запаса живой силы, как в маховике; в период ослабления ветра накопленная в двигателе энергия отдается рабочим машинам в дополнение к энергии, получаемой двигателем от ветра. В первом случае мощность, показыв. измерительными приборами, имеет слишком низкие кпд, во втором—слишком высокие, в виду чего необходимо делать не мгновенные отсчеты, а непрерывные записи всех элементов работы двигателя в течение нескольких минут и брать из этого материала средние величины.

Все В. д. можно разбить на два главных класса: 1) крыльчатые, у которых ось двигателя направлена по потоку (наши обычные ветряные мельницы или «американский» двигатель многолопастного типа), и 2) двигатели карусельного типа, у которых ось поставлена перпендикулярно к потоку.

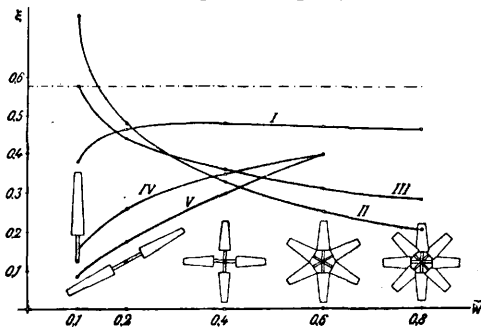
На фиг. 2 представлена характеристика В. д. многолопастного типа «Аэротор», с диаметр. лопастей  $D = 2,5$  м и при скорости  $W = 4$  м/сек. Размеры В. д. карусельного типа в несколько раз больше размеров крыльчатых двигателей той же мощности; в то же время двигатели карусельного типа обладают низким коэффициентом использования энергии ветра, тихоходностью и громоздкостью. Почти вся площадь, подставляемая действию ветра, у них закрыта материалом, что делает их неспособными выдерживать бури. До сих



Фиг. 2.

не способными выдерживать бури. До сих

пор над карусельного типа двигателями производились только эксперименты, будущее же их сомнительно. На фиг. 3 показаны особенности В. д. крыльчатого типа, разной быстроходности. По оси абсцисс отложена величина  $\bar{W} = \frac{W}{\omega R} = \frac{1}{z}$ , где  $W$  — скорость ветра, а  $\omega R$  — окружная скорость на внешнем конце радиуса колеса В. д. Величина  $z$ , число модулей, характеризует меру быстроходности двигателей. На этой фиг. пунктирная прямая изображает максимальный теоретически возможный коэффициент использования энергии ветра, равный 0,593;



Фиг. 3.

кривая I дает этот коэфф. для крыла хорошего в аэродинамич. отношении профиля; кривая II дает отношение мощностей В. д. с разными модулями; кривые III, IV, V дают отношения размеров диам., суммарных площадей и веса крыльев В. д. с разными модулями. На фиг. 3 схематически изображены крылья В. д., соответствующие разным значениям  $\bar{W}$ . Эти кривые показывают выгодность замены колеса В. д. более быстроходными. В самом деле, при такой замене для сохранения прочности головки двигателя необходимо сохранить тот же крутящий момент, а это значит, что диаметр крыльев увеличился, но т. к. число крыльев уменьшится, то вес колеса и давление на него ветра уменьшатся. А между тем с увеличением быстроходности мощность быстро растет,  $\xi$  же меняется мало, если крыло имеет хороший профиль. Единственно, что изменяется в условиях работы головки двигателя, это — скорость вращения колеса его, увеличивающаяся пропорционально увеличению мощности, но эта скорость не увеличивается более чем в 2—3 раза и, в виду малой абсолютной скорости вращения существующих многолопастных В. д., не отразится существенно на прочности головки.

Для трогания с места В. д. с установкой, работающей при постоянном крутящем моменте (поршневой насос, чигирь, нория), необходим достаточно большой начальный крутящий момент; а между тем с увеличением быстроходности В. д. уменьшается отношение начального крутящего момента к рабочему при максимальном  $\xi$ , при чем даже у сравнительно тихоходного многолопастного двигателя с  $\bar{W} = 0,8$  это отношение меньше 1, как показывает табл. 1.

Т. к. у В. д. с поворотными лопастями отношение начального крутящего момента к рабочему, даже при  $z = 5$ , мало отличается

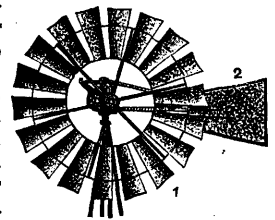
Табл. 1.—Отношение крутящих моментов В. д. разных модулей.

$\bar{W}$	$z$	Отношение нач. крутящ. момента к рабочему при неподвижно закрепл. на махах лопастях	Отношение нач. крутящ. момента к рабочему при подвижных около махов лопастях
0,8	1,25	0,854	1,945
0,6	1,67	0,677	1,220
0,4	2,5	0,483	1,055
0,2	5,0	0,171	0,908

от единицы, то для увеличения начального крутящего момента необходимо в быстроходных В. д. делать лопасти поворотными около своего радиуса.

На основе этих теоретическ. соображений сконструированы В. д. типа ЦАГИ. Применение использования самого потока воздуха для поворота крыльев двигателя (идея Г. Х. Сабина) позволило создать тип саморегулирующегося двигателя, скорость вращения которого при разных скоростях ветра и нагрузках сохраняется постоянной в пределах  $\pm 3,0\%$  от средней величины. Постоянство скорости вращения и свободное вращение крыльев двигателя вокруг своих махов имеют следствием нечувствительность (практически) двигателя к бурям. Серийное производство двигателей ЦАГИ поставлено в Костроме на заводе «Рабочий металлист».

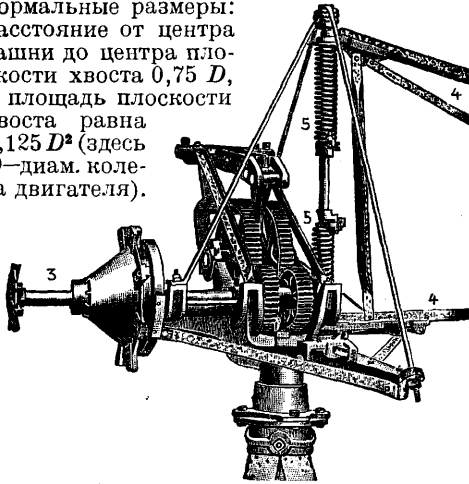
Для В. д. малых мощностей более дешевыми являются двигатели многолопастного типа, так как вес конструкции не оказывает в этом случае столь большого влияния на стоимость, как при двигателях более крупных мощностей. Общий вид ветряных двигателей многолопастн. типа, приводящего в движение поршневой насос, представлен на фиг. 4 и 5. Колесо двигателя 1 состоит из многих (в общем от 12 до 64) лопастей, изготовлен. из листовой стали и изогнутых по дуге круга. Вогнутая часть лопастей обращена к ветру, и угол между хордой лопасти и плоскостью вращения колеса имеет обычно постоянную величину равную  $30^\circ$ . Постановкой лопасти по винтовой линии можно увеличить  $\xi$  до 20%. Главный вал колеса 3 лежит или горизонтально или наклонно к горизонту до



Фиг. 4.

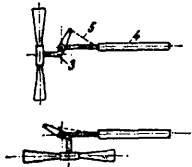
$12^\circ$ , при чем передний конец приподнят. При наклонном положении вала мощность двигателя уменьшается пропорционально кубу косинуса угла между осью вала и горизонтом; делается же это обычно для того, чтобы лопасти нижнего края колеса не цеплялись за башню. Вращение главного вала двигателя через кривошипный механизм передается в виде качательного движения к насосу. Главный вал двигателя помещен эксцентрично по отношению к оси вращения двигателя вокруг башни. Ферма хвоста 4 прикреплена к головке двигателя на шарнире и со стороны, противоположной валу, соединена с головкой пружинами 5,

фиксирующими определенное положение хвоста 2 по отношению к головке. Во время сильного ветра давление его на колесо преодолевает натяжение пружины, и колесо выводится из-под ветра, чем и предохраняется от разноса (фиг. 6—обозначения те же, что на фиг. 4 и 5). Хвост имеет следующие нормальные размеры: расстояние от центра башни до центра плоскости хвоста  $0,75 D$ , и площадь плоскости хвоста равна  $0,125 D^2$  (здесь  $D$ —диам. колеса двигателя).



Фиг. 5.

Теоретически мыслимы В. д., у которых крылья заменены вращающимися цилиндрами, но вследствие большой окружной скорости для двигателей малого диаметра эта замена совершенно нецелесообразна. Для В. д. очень больших диаметров такая замена допустима, но преимуществ, по сравнению с В. д. быстрогоходного типа, здесь ожидать трудно, вследствие относительно низкого аэродинамич. качества и, следоват., низкого кпд  $\xi$  вращающихся цилиндров, а также сравнительно небольшой. быстроходности их.



Фиг. 6.

**Лит.:** Красовский Н. В. и Сабинин Г. X., «Труды ЦАГИ». Москва, 1923, вып. 2, 4, и 1926, вып. 22, 28; Betz A., Wind-Energie und ihre Ausnutzung durch Windmühlen, Naturwissenschaft und Technik, Göttingen, 1926, H. 2; Fuller P., Use of Windmills in Irrigation in the Semiarid West, United States Bureau of Agriculture Farmers, Bulletin 866, Wash., 1917; Billau K., Die Windkraft in Theorie u. Praxis, В., 1927. **Н. Красовский.**

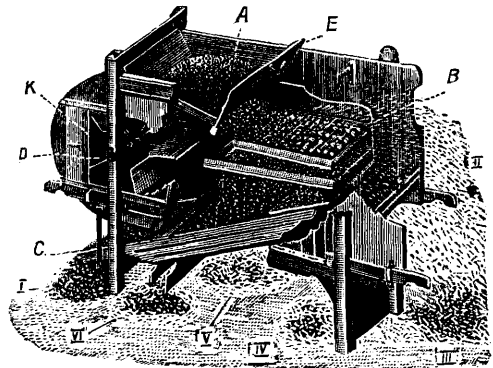
**Техника безопасности.** В. д. должен быть снабжен надежно действующим тормозным приспособлением, устроенным так, чтобы он не мог быть выведен из действия без ведома рабочего, обслуживающего В. д. Смазка верхних частей В. д. должна быть или автоматическая или при помощи масленок с резервуарами, наполняемыми до пуска В. д. в ход. Башня В. д. должна иметь прочные лестницы с перилами высотой не менее 1 м, со сплошной зашивкой внизу на высоту 18 см.

**Лит.:** Радциг А. А., Машинно-двигатели, «Охрана жизни и здоровья рабочих в промышленности», СПб, 1913, ч. I, вып. 1. **П. Снегов.**

**ВЕХИ**, прямые цилиндрические, деревянные шести, диам. 20 мм, длиною 2 м, иногда окрашенные в белый и красный цвета, с острыми железными наконечниками внизу, применяются при геодезическ. работах для обозначения точек и линий на местности; ча-

сто такие В. устанавливают над точкой при помощи металлических треножников с кардановым подвесом. Для землеустройства и топографии. съемок В. делают больших размеров, диаметром 3—6 см, длин. 2—4—6 м. Для лучшей видимости на больших расстояниях к верхнему концу В. прикрепляют флаги (бело-красные), прибивают дощечки или привязывают пучки соломы, хвороста и т. д. В лесу, наоборот, применяют тонкие вешки с заостренным нижним концом, диам. 1—2 см и длиной 1—1½ м, из мелкого леса; для лучшей видимости вершину такой вешки очищают от коры. См. *Сигналы*.

**ВЕЯЛКА**, машина для очистки вороха, получающегося при молотье. Ворох состоит, кроме зерна, из обломков соломы разных размеров (сбоина), колосев пустых, разбитых и невымоленных, мякины, сорных семян, небольших комков почвы, песка и случайных примесей (фиг. 1, I, II, III, IV,



Фиг. 1.

V и VI). Ворох более загрязнен при молотье цепями и значительно чище после молотилки с соломотрясом и грохотом. Состав вороха можно разделить на три части: зерно, легкие и тяжелые примеси. При отсевании зерна издавна применялся способ отделения вороха помощью ветра и толчков, которые сообщаются вороху. Ручное отсевание состоит в том, что ворох захватывают лопатой и подбрасывают кверху; легкие примеси относятся ветром, а зерно падает вниз; при отсевании толчками (не на ветру) тяжелые примеси отлетают дальше, а легкие—ближе зерна. В В. ворох подвергается аналог. воздействиям: он продувается струей воздуха от вентилятора и подвергается сотрясению на движущихся решетках.

В. (фиг. 1) состоит из ковша А, куда засыпают ворох, системы решет В и С, собранных по несколько вместе, вентилятора (ветрогона) D и механизма для движения вентилятора и решет; кроме того имеется

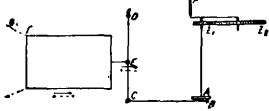


Фиг. 2.

ряд заслонок для регулирования подачи вороха и силы ветра, желобков для вывода получаемых продуктов и других второстепенных деталей. К о в ш состоит из четырех стенок, собранных наподобие ворошки,

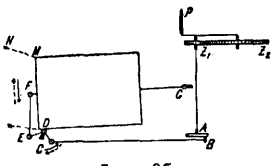


и дна, наклоненного для сообщения вороху движения силой тяжести по направлению к решетам; для облегчения скатывания вороха дну часто дают легкое качательное движение. В стенке ковша, обращенной к решетам, делают отверстие, закрываемое заслонкой *E*. Применение заслонки позволяет



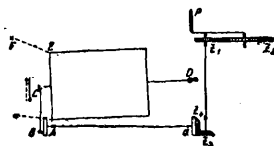
Фиг. 3а.

регулировать размеры подачи на решета вороха. Вентилятор, помощью которого продуваются решета, помещается в особом кожухе под ковшом. Он обыкновенно состоит из пяти, иногда четырех или шести лопастей; т. к. струя ветра д. б. равномерна, то предпочитают пять лопастей (при четырех получается прерывистая струя); увеличение числа крыльев способствует равномерности струи, но усложняет и удорожает конструкцию *B*. Лопастей вентилятора ставят радиально (фиг. 1), но чаще им дают наклон назад, с целью избежать уплотнения струи перед лопаткой и разрежения воздуха за ней. Воздух засасывается вентилятором через боковые окна (фиг. 1, *K*); при полном открытии их получается наиболее сильная струя, и если она выбрасывает зерна наружу, то заслонки прикрывают. Изменение плотности струи воздуха достигается или специальной заслонкой или изменением



Фиг. 3б.

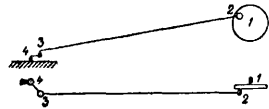
числа оборотов оси вентилятора. В ручных веялках к этому не прибегают, так как для рабочего наиболее удобным является вращение рукоятки со скоростью 40—45 об/м. (при расположении оси вентилятора на высоте 1 м и радиусе рукоятки 0,4 м). Число оборотов вентилятора при нормальном числе оборотов рукоятки получается в существующих веялках от 120 до 150, что составляет скорость лопасти в 7,25 м/сек. В некоторых веялках, работающих от приводов, приток воздуха автоматически регулируется установкой заслонок с противовесами, закрывающих или открывающих отверстия в кожухе или в окнах вентилятора при изменении числа оборотов его. Р е ш е т а



р. 4.

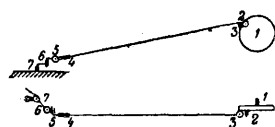
устанавливаются в рамах по несколько вместе и образуют два стана: верхний—*B* и нижний—*C*. Решетам сообщается колебательное движение, при чем в одних *B*. решета качаются вдоль станка *B*., а в других—поперек. При продольном колебании ворох быстро проходит по решетам, и производительность такой *B*. увеличивается. При поперечном колебании ворох и зерно дольше держатся на решетках, описывая более длинный путь, вследствие чего зерно лучше очищается от примесей, но производительность *B*. при этом уменьшается. Решета устанавливают наклонно, и степень

наклона их м. б. изменяема в зависимости от состояния вороха, т. е. характера зерна, степени засоренности его, влажности и т. д. Решета *B*. делают: 1) плетеные из железной проволоки; 2) с отверстиями, пробитыми в железном или цинковом листе, и 3) составные, из ряда железных пластинок, поставленных наклонно. От решета *B*. требуется, чтобы оно имело достаточно шероховатую поверхность, для задержки вороха на ветру, и имело наибольшее живое сечение, т. е. имело наименьшую площадь промежутков между отверстиями, которые задерживают ток воздуха. Этим требованиям наиболее удовлетворяет решето Вараксина, которое имеет тонкие планки, поставленные наподобие жалюзи, а также решето Грелеля (фиг. 2). Наименее пригодным является пробивное решето. Форма отверстий решет бывает квадратная, прямоугольная, ромбическая, шестиугольная и т. д.; решающего значения она не имеет, так как в *B*. играет роль размер отверстия решет. Решета различаются по №, по к-рым они и подбираются для различного зерна; № решета обозначает число отверстий, приходящихся на единицу его длины. При каждой *B*. отпущается набор решет для различного зерна. Механизм *B*. очень прост (фиг. 3а и 3б): от рукоятки *P* помощью одной пары зубчатых колес *Z*<sub>1</sub> и *Z*<sub>2</sub> движение передается к оси вентилятора (вращательное движение); для того, чтобы преобразовать вращательное движение в качательное, для решет применяются четырехзвенные механизмы: на противоположном конце вала вентилятора насаживается кривошип в виде диска с противовесом *A-B*, от которого при помощи



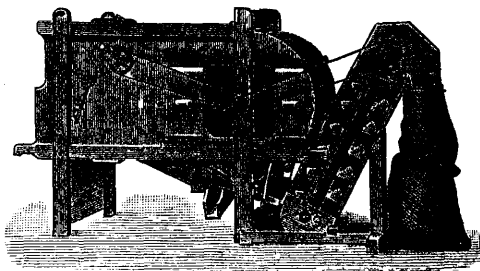
Фиг. 5а.

шатуна *B-C* движение передается системе коленчатых рычагов и далее к шатуну *E-F*, присоединяемому к решетам. Для осуществления продольного качания решет в колонистской веялке применяется система механизмов по схеме фиг. 3а; механизм *A-B-C-D* и механизм *D-E-F-G*; для поперечного качания в веялке системы Гранта—по схеме фиг. 3б: механизмы *A-B-C-D*, *D-E-F-G* и *G-F-M-N*. В других *B*., например системы Клейтона и Беккера (фиг. 4), вводятся конич. зубчатые колеса *Z*<sub>3</sub> и *Z*<sub>4</sub> и механизмы: *A-B-C-D* и *D-C-E-F*, а также применяется ременная передача к нижнему решетному стану через шкив *a*, сидящий на оси колеса *Z*<sub>4</sub>. Для простоты и дешевизны в *B*. применяются простые плоскостные четырехшарнирные механизмы 1-2-3-4 (фиг. 5а), тогда как передача движения совершается из вертикальной плоскости (вращение рукоятки) в плоскость, имеющую наклон к горизонту, вследствие чего простые шарниры механизмов стучат и быстрее срабатываются. Необходимо ставить универсальные шарниры по схеме семизвенного механизма: 1-2-3-4-5-6-7 (фиг. 5б).



Фиг. 5б.

Вейлки разделяются по характеру движения верхнего решетчатого стана на: черновые, имеющие продольное движение и дающие большую производительность, но меньшую чистоту работы, и беловые, менее производительные, но очищающие зерно более совершенно. Из черновых В. у нас строятся В. типа Вараксина и колонистские; беловые строятся по типу Клейтона № 5. Промежуточным типом являются вейлки уфимские и тульские, которые хотя и имеют поперечное



Фиг. 6.

колебание решет, но, вследствие большой ширины последних, отличаются значительной производительностью. Из иностранных машин имеют значение В. заводов бр. Рёбер (Gebr. Röber) и английские — Клейтона (Clayton & Shuttleworth). Вейлки строятся различных размеров с производительностью от 400 до 800 кг в час для В. ручных и до 2 т в час для конных. К конным В. иногда присоединяют ковшовый элеватор (фиг. 6, Э), при помощи которого очищенное зерно поднимается и сыпается в мешки.

Лит.: Горячкин В. П., Вейлки и сортировки, Москва, 1908; его же, Отчет об испытании вейлок на Бутырском хуторе, М., 1900; Вейс Ю. А., Курс с.-х. машиноведения, 2 изд., М.—Л., 1927; Дебу К. И., Очистка, обезвреживание и сортировка семян, СПб, 1908; его же, Вейлки и сортировки, СПб, 1911; его же, Очистка зерна, Харьков, 1923; Черняев В. В., Очистка и сортировка семян, СПб, 1890; Машины для очистки, сортировки и сушки семян, СПб, 1897, изд. Вольно-эконом. об-ва. **Б. Крыль.**

**ВЗАИМНАЯ ИНДУКЦИЯ**, электромагнитное взаимодействие двух электрич. цепей. Если в электрич. цепи 1 проходит ток  $i_1$ , то через электрич. цепь 2, расположенную поблизости, проходит часть  $Mi_1$  магнитного потока, создаваемого током  $i_1$  в цепи 1. Коэффициент  $M$  называется коэфф-том взаимной индукции, или взаимной индуктивностью (см. *Индуктивность*). При прохождении в цепи 2 тока  $i_2$  в цепи 1 создается магнитный поток  $Mi_2$  с тем же значением коэффициента  $M$ . Если в цепи 1 изменяется ток  $i_1$ , то в цепи 2 появляется (индуктируется) напряжение  $M \frac{di_1}{dt}$ , если в цепи 2 изменяется ток  $i_2$ , то в цепи 1 индуктируется напряжение  $M \frac{di_2}{dt}$ . См. *Индукции закон и связь*.

**ВЗАИМНОСТЬ ДВИЖЕНИЙ**. Всякое движение относительно. При исследовании относительного движения двух неизменяемых систем  $A$  и  $B$  (напр. двух твердых тел) за неподвижную систему сравнения можно принимать условно систему  $A$  или систему  $B$ . Если дано движение системы  $A$  по отношению к системе  $B$ , условно принятой за неподвижную, то каждая точка  $a$  системы  $A$

при своем движении будет последовательно совпадать с некоторыми определенными точками системы  $B$ ; совокупность этих точек образует *траекторию* (см.)  $s$  точек  $a$  по отношению к системе сравнения  $B$ . Относительное движение обеих систем не изменится, если той среде, в которой находятся обе системы  $A$  и  $B$ , сообщить движение по закону движения системы  $A$ , но направленное в каждый момент в сторону, обратную данному движению системы  $A$ . При таком условии все перемещения точек системы  $A$  будут противоположны ее данным перемещениям, и систему  $A$  в пространстве можно будет принять за неподвижную систему сравнения; при этом каждая точка  $b$  движущейся системы  $B$  будет последовательно совпадать с некоторыми определенными точками системы  $A$ , и совокупность этих точек образует траекторию  $\sigma$  для точек  $b$  по отношению к системе сравнения  $A$ .

Если данное движение системы  $A$  относительно системы сравнения  $B$  назовем *прямым*, то движение системы  $B$  относительно системы сравнения  $A$  будет называться *обращенным движением*, а данное и обращенное движения вместе носят название *взаимных движений*. Какое из этих движений считать *прямым* и какое *обращенным*—всецело зависит от нашего выбора; так, напр., если вращение маховика относительно паровой машины мы примем за *прямое движение*, то *обращенным движением* будет вращение всей паровой машины относительно маховика как неподвижной системы сравнения.

Идея В. д., т. е. существования для каждого данного движения соответствующего обращенного движения в зависимости от того или иного выбора системы сравнения, была в общем виде указана Шалем (Chasles), и это положение носит название принципа Шала. Этот принцип играет большую роль в теории *механизмов* (см.).

Лит.: Кинематич. отделы различных курсов по теоретич. механике (Бобылев Д., Сомов П., Сулов Г. и другие); Chasles M., Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie, particulièrement des celles qui se rapportent à la géométrie moderne, P., 1883; Schell W., Theorie d. Bewegung u. d. Kräfte, B. 1. Lpz., 1879; Reuleaux F., Theoretische Kinematik, Braunschweig, B. 1, 1875, B. 2, 1900. **А. Яшнов.**

**ВЗАИМНОСТЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**. Это положение было доказано Бетти (E. Betti) в 1872 г. Оно имеет вид:

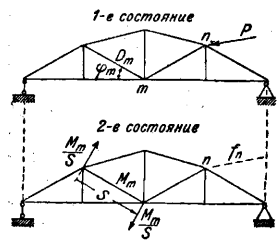
$$\sum S_n \delta_{nm} = \sum S_m \delta_{mn}$$

и формулируется так: «если какая-либо система находится последовательно под действием нагрузок  $S_n$  (1-е состояние) и нагрузок  $S_m$  (2-е состояние) или наоборот, то возможная работа сил первого состояния ( $S_n$ ) на перемещениях  $\delta_{nm}$ , вызываемых силами второго состояния ( $S_m$ ) по направлениям первых, равна возможной работе сил второго состояния ( $S_m$ ) на перемещениях  $\delta_{mn}$ , вызываемых силами первого состояния ( $S_n$ ) по направлениям сил второго состояния». Напр., если на ферму (фиг. 1) действует сила  $P_n$ , вызывающая изменение наклона раскоса  $D_m$  к горизонту на величину  $\Delta \varphi_{mn}$  (1-е состояние), и затем подействует пара сил с моментом  $M_m$ , вызывающая перемещение узла  $n$  на

величину  $f_{nm}$  (2-е состояние), то, по смыслу теоремы Бетти, можно написать:

$$P_n f_{nm} = M_m \Delta \varphi_{mn}.$$

Это положение имеет большое применение в расчетах статически неопределимых систем; оно облегчает написание уравнений,



Фиг. 1.

недостающих для расчета этих систем. Наприм., если рассматривать арку, заделанную пятнами (фиг. 2), представляющую собой трижды статически неопределимую систему, то, приведя эту арку к виду статически определимого кривого бруса с приложенными к нему неизвестными  $H_a$ ,  $V_a$  и  $M_a$ , можно рассматривать этот брус в следующих четырех состояниях загрузки:

- 1-е, действительное состояние: нагрузки:  $P, H_a, V_a, M_a$ ;
- деформации:  $\Delta x=0, \Delta y=0, \Delta \varphi=0$ ;
- 2-е, воображаемое состояние: перемещения:  $\bar{\delta}r_n, \bar{\delta}n_n, \bar{\delta}v_n, \bar{\delta}m_n$ ;
- нагрузка: 1 — — ;
- 3-е, воображаемое состояние: перемещения:  $\bar{\delta}rv, \bar{\delta}nv, \bar{\delta}vv, \bar{\delta}mv$ ;
- нагрузка: — 1 — — ;
- 4-е, воображаемое состояние: перемещения:  $\bar{\delta}rm, \bar{\delta}nm, \bar{\delta}vm, \bar{\delta}mm$ ;
- нагрузка: — — 1.

Это дает возможность составить следующие уравнения:

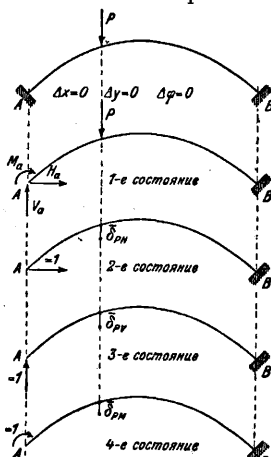
$$P\bar{\delta}r_n + H_a\bar{\delta}n_n + V_a\bar{\delta}v_n + M_a\bar{\delta}m_n = 1 \cdot \Delta x = 0;$$

$$P\bar{\delta}rv + H_a\bar{\delta}nv + V_a\bar{\delta}vv + M_a\bar{\delta}mv = 1 \cdot \Delta y = 0;$$

$$P\bar{\delta}rm + H_a\bar{\delta}nm + V_a\bar{\delta}vm + M_a\bar{\delta}mm = 1 \cdot \Delta \varphi = 0.$$

Далее остается упрощение этих уравнений относительно величины  $\delta$  в них и решение их относительно неизвестных  $H_a, V_a$  и  $M_a$ .

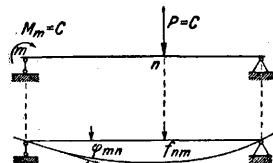
Частный случай теоремы о В. п. был доказан еще в 1864 г. Максвеллом (С. Maxwell), к-рый показал, что  $\delta_{nm} = \delta_{mn}$ . Это положение формулируется так: «если на систему действуют две количественно равные нагрузки, то перемещение ( $\delta_{nm}$ ), вызываемое действием второй нагрузки ( $m$ ) по направлению первой ( $n$ ), количественно равно перемещению, вызываемому действием первой нагрузки ( $n$ ) по направлению второй ( $m$ )». Напр., если на балку действует сила  $P_n = C$  кг и момент  $M_m = C$  кгм



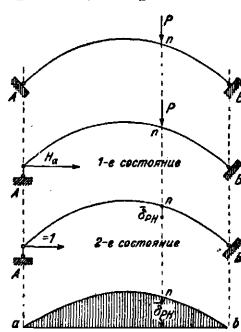
Фиг. 2.

(фиг. 3), то прогиб  $f_{nm}$ , вызываемый моментом  $M_m$  по направлению силы  $P_n$ , будет равен углу поворота  $\varphi_{mn}$ , вызываемому действием силы  $P_n$  по направлению момента  $M_m$ , т. е.  $f_{nm} = \varphi_{mn}$ .

Эта зависимость позволяет заменять сложное по вычислению перемещение  $\delta_{nm}$  более простым по вычислению перемещением  $\delta_{nm}$ . Кроме того эта зависимость позволила перейти от эпюр перемещений и линий прогибов к линиям влияния в статически неопределимых системах. Напр., если бы для двухшарнирной арки, представляющей собой однажды статически неопределимую систему, требовалось построить линию влияния распора  $H$ , то это построение может быть сделано на основании следующих соображений. Приведем арку к виду статически определимого кривого бруса, лежащего на двух опорах (фиг. 4), строим для него эпюру перемещений, как веревочную кривую  $amb$  для упругих грузов  $w$ . Каждая ордината этой кривой определяет собой величину вертикального перемещения  $\delta r_n$  любой точки  $n$  оси арки. Так как, по теореме о взаимности перемещений,  $\delta r_n = \delta n_r$ , то, следовательно, ординаты той же кривой определяют собой величины перемещения точки приложения силы  $P=1$ , приложенной в точке  $n$  оси арки, и так



Фиг. 3.



Фиг. 4.

как эти ординаты изменяются в зависимости от положения груза  $P=1$ , то, следовательно, кривая  $amb$  представляет собою линию влияния перемещения точки  $A$  по направлению силы  $H_a$ . Рассмотрим зависимость между нагрузками  $P=1$  и  $H_a$  в условиях 1-го и 2-го состояний:

$$\left. \begin{aligned} &1\text{-е, действительное состояние: } P=1, H_a \\ &2\text{-е воображаемое состояние: } \bar{\delta}r_n, \bar{\delta}n_n \end{aligned} \right\} \Delta x = 0, 1,$$

$$\text{откуда } P\bar{\delta}r_n + H_a\bar{\delta}n_n = 0 \text{ или } H_a = \frac{P\bar{\delta}r_n}{\bar{\delta}n_n}.$$

Из этого следует, что кривая  $amb$  с ординатами  $\bar{\delta}r_n$  может быть рассматриваема как линия влияния неизвестной силы  $H_a$  при условии измерения этих ординат в масштабе

$\bar{\delta}n_n$ . См. Линии влияния.

Лит.: Прокофьев И. П., Теория сооружений, ч. II, М., 1928; Тимошенко С. П., Курс сопротивления материалов. Работа внутренних сил упругости, 5 изд., М.—П., 1923; Филоненко-Бородич М. М., Основы теории работы упругих сил в

плоских системах, М., 1925; Кирпичев В. Л., Лишние неизвестные в строительной механике, Киев, 1903; Pirlet J., Compendium der Statik der Baukonstruktionen, Berlin, 1921—23; Maxwell C., On the Calculation of the Equilibrium a. Stiffness of Frames, «Philosophical Magazine», London, 1913, v. 27, p. 294; Betti E., «Nuovo Cimento», Pisa, 1872, (seria 2), t. 7—8.

И. Прокофьев.

**ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ** деталей машин дает возможность соединять эти детали при сборке машин без дополнительной ручной обработки и даже без подбора. При изготовлении некоторого количества однородных изделий последние могут быть собраны из общего числа взаимозаменяемых деталей. Так, напр., при В. болтов и гаек, гайка от любого болта должна навинчиваться на другой болт, имеющий нарезку того же размера; в мясорубках нож должен подходить к любой мясорубке того же номера; электрич. лампочки, вилки, радиочасти должны приходить к всем соответственным патронам и аппаратам. Если же В. такова, что при сборке изделий приходится из общего числа изготовленных деталей подбирать, хотя и без обработки, подходящую часть, то такой принцип сборки называется методом подбора (selective assembly). В. имеет целью облегчить потребителю замену одного изделия или его детали другими в случаях утери, поломки или износа. С производственной стороны В. требует определенной точности изготовления этих деталей, при чем В. может проводиться или в пределах одного з-да или на всех предприятиях данной страны, или даже в международном масштабе.

Для осуществления В. в производстве необходимы, кроме специальных прецизионных станков и достаточно обученного пер-

ходится между указанными размерами калибров, т. е. если оно меньше большего и больше меньшего из обоих соответствующих калибров. Для обеспечения вхождения двух спаренных деталей (напр. вала и отверстия) более целесообразно, чтобы отверстие имело ошибку в большую сторону, а вал—в меньшую, чем наоборот. Поэтому из предельных стержневых калибров для измерения изготовляемых отверстий один д. б. нормальным, т. е. иметь точный размер, а другой—несколько больше нормального, на величину разрешаемого допуска; при проверке отверстия необходимо следить, чтобы в него мог войти нормальный стержневой калибр и не входил больший калибр. Точно также при проверке вала последний должен входить в нормальный калибр-кольцо и не входить в меньшее кольцо. Эти условия обеспечивают то, что вал сделан с обусловленным допуском (см.) в меньшую сторону, а отверстие—с допуском в большую сторону. Для валов и отверстий, сопрягаемых друг с другом в виде подвижного соединения (см. Посадка), неточность изготовления, или допуск, следует предусматривать в глубь материала как для вала, так и для отверстия, и притом нормальный калибр должен проходить в изделие, а калибр с отклонением (браковочный) не должен проходить. Между изделиями, калибрами и т. н. контр-калибрами, т. е. калибрами, служащими для измерения первых калибров, существует соотношение размеров, к-рое можно видеть из нижеследующей таблицы (где  $a$ —чертежный размер,  $E$ —допуск для изделия и  $b$ —допуск для калибра):

Соотношение размеров между изделиями и калибрами.

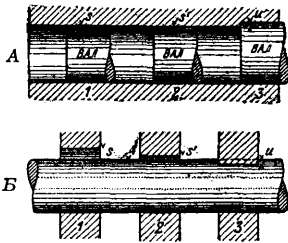
Какое изделие проверяется	Наименование калибра	Каким калибром проверяются изделия			Калибры для проверки калибров (контр-калибры)		
		форма	размер	результат обмера калибром	форма	размер	результат обмера контр-калибром
Кольцо	Браковочный	Стержнем	$a + E$	Не должен проходить	Кольцо	$a + E$ $a + E - b$	Должен проходить
	Проходный	Стержнем	$a$	Должен проходить	Кольцо	$a + b$ $a$	Не должен проходить
Стержень	Браковочный	Кольцом	$a$	Не должен проходить	Стержень	$a - b$	Не должен проходить Должен проходить
	Проходный	Кольцом	$a - E$	Должен проходить	Стержень	$a - E + b$ $a - E$	Не должен проходить Должен проходить

сонала, надлежащие измерительные приборы (калибры, шаблоны), дающие возможность производить измерения с обусловленной точностью. При этом *мерительные приборы* (см.) должны не только удовлетворять современным требованиям в смысле точности, но в виду их употребления при станках не должны изменяться при неосторожном или неумелом обращении. К числу таких приборов относятся введенные в середине 90-х гг. предельные калибры (см.)—стержни и кольца. Каждый из этих калибров дается в двух размерах, из к-рых один является наименьшим из допустимых для данного изделия, а другой—наибольшим. Изделие считается годным, если размер на-

Изделия, выдерживающие проверку проходными и непроходными калибрами, имеют при этой схеме вероятные размеры: кольцо  $a + \frac{E}{2}$ , а стержень  $a - \frac{E}{2}$ ; из сопоставления этих размеров ясно, что вхождение стержня в кольцо обеспечено. В схеме показано, что при системе предельных калибров и правильно взятых допусков обеспечивается В. изготовляемых частей.

Наиболее распространенной и разработанной из систем является в настоящее время германская система допусков DIN (сокращен. наименование Deutsche Industrie Normen). В основу современной системы допусков положено установление минимального

необходимого зазора между валом и отверстием при различных условиях работы вала в отверстиях, т. е. посадки или пригонки; вместе с тем установлен и размер допускаемой неточности при изготовлении, или так наз. допуски на неточность изготовления. В допусках различают две системы: систему отверстия и систему вала. При системе отверстия диаметры для отверстия во всех случаях посадок одной степени точности одинаковы, но диаметры валов д. б. меньше (когда посадкой требуется зазор между валом и отверстием) или больше (в случае посадки с натягом) диаметра отверстия. Величина, на которую различается вал от отверстия, зависит от необходимого для заданной посадки зазора  $s$  или натяга  $u$ . В системе же вала имеется единый диаметр



Фиг. 1.

для вала при всех посадках одной степени точности; диаметры отверстий, по сравнению с диаметром вала, д. б. больше (при зазоре) или меньше (при натяге) на величину необходимого для данной посадки зазора  $s$  или натяга  $u$ . Изложенное поясняется фиг. 1, А (система отверстия) и фиг. 1, Б (система вала), где: 1—свободная посадка, 2—скользящая посадка и 3—тугая посадка.

Размеры зазоров или натягов между валом и отверстием устанавливаются в определенных величинах в зависимости от характера посадки и вместе с тем в зависимости от требуемой точности выполнения этой посадки, т. е. в зависимости от допусков. Допуски для изделий разделяются на классы точности. Допуском для зазоров, в отличие от допуска на неточности изготовления, называется сумма допусков двух соединяемых деталей; он равен амплитуде колебаний зазора. Величины всех допусков устанавливаются в зависимости от диаметра изделия; за единицу измерений в системе DIN принято  $1PE$  (Passeinheit) =  $0,005 \sqrt[3]{D}$ , где  $D$ —диаметр вала или отверстия. По этой формуле составлены таблицы в абсолютных величинах (DIN № 772 и DIN № 773). Подобная же система допусков установлена и для самих калибров; в ней учтены неточность изготовления и износ калибров (DIN № 776. 60).

Для практическ. осуществления системы допусков производство таких изделий д. б. обеспечено точными мерами системы, общепринятой для промышленности, при чем основной исходной мерой является эталон, хранящийся в Главной палате мер и весов ВСНХ СССР (приказ 1927 г. № 714) устанавливает следующие пять классов калибров: 1) эталонные калибры—концевые меры, изготавливаемые с особой тщательностью, снимаемые с наивысшей метрологич. точностью с основным эталоном длины СССР и хранящиеся в Главной палате мер и весов СССР; 2) образцовые калибры—концевые меры особо точного изготовления,

периодически поверяемые в Главной палате мер и весов, хранящиеся в местных поверочных палатах и служащие для проверки справочных калибров; 3) справочные калибры—концевые меры точного изготовления, служащие для проверки правильности контрольных калибров, а также для градуировки измерительных машин на эздах; 4) контрольные калибры, служащие для проверки правильности рабочих калибров, и 5) рабочие калибры, служащие для непосредственной проверки размеров, формы и взаимного расположения частей изделий в процессе их производства или приемки.

Разделение рабочих калибров по типам производится различно, в зависимости от характера производства (массового или серийного) и в зависимости от принятой организации. Весьма целесообразно делить рабочие калибры на следующие классы, в соответствии с указанным выше подразделением калибров.

1) Рабочие калибры 1 класса, куда относятся: а) образцовые концевые рабочие калибры, к-рые служат для образца, для снятия с них копии, но не для проверки самих изделий; б) контр-калибры (контр-шаблоны), служащие для непосредственной сверки рабочих калибров следующего 2 класса; в) выработки (или сердечники), служащие для репродукции мер с концевых контрольных калибров при изготовлении рабочих калибров 2 класса, а также для сверки последних. Рабочие калибры 1 класса сверяются с концевыми контрольными калибрами; образцовые рабочие концевые калибры, покупные или заготовленные наборы, употребляются на самом производстве, тогда как контрольные калибры не находятся на самом производстве, а служат лишь для сверки рабочих калибров 1 класса.

2) Рабочие калибры 2 класса: а) рабочие калибры приемочных комиссий; б) рабочие калибры заводской приемки или заводского контроля; в) рабочие калибры для приемки изделий, работы и отбраковки в цехах. Все эти калибры могут быть одинаковой точности.

3) Рабочие калибры 3 класса, калибры временного характера, не обладающие точностью и прочностью предыдущего класса: а) мерки, б) наметки-лекала, в) скобки временного характера низкой точности (следует отличать от скоб, фундаментально изготавливаемых). Кроме рабочих калибров, той же цели служат: мерительный инструмент общего употребления (штангенциркули, пальмеры, угломеры, ручные переносные метрические индикаторы, миниметры и т. п.) и мерительные машины (компараторы, простые мерительные машины, оптиметры, интерферометры и пр.).

Указанные рабочие калибры можно разделить по форме на: 1) цилиндрич. калибры для наружного и внутреннего размера; 2) калибры винтовые; 3) плоские калибры—скобы и шаблоны для внутреннего и наружного обмеров; 4) фигурные шаблоны, угловые и радиусные; 5) специальные калибры форм. Все эти понятия входят в понятия 1, 2 и 3 классов. Кроме указанных калибров, для В. требуются в самом производстве

на станках приборы или приспособления для держания изготавливаемых изделий, а иногда и для направления инструмента в целях достижения необходимой точности.

Помимо указанной системы допусков на валы и отверстия, д. б. разработаны системы допусков для плоских предметов и длин. Особенное значение имеет вопрос допусков для расстояний между дырами, и гл. обр. в целях В. изделий, изготавливаемых на разных з-дах и имеющих ряд отверстий, предназначенных для валов или стержней других деталей. Обычно такие отверстия сверлятся и развертываются в кондукторах, т. е. в приборах, в которых обрабатываемое изделие устанавливается со своими, надлежащим образом подготовленными, поверхностями; последними изделие опирается на соответствующие опоры кондуктора, и по закреплении этого изделия производится сверление при помощи сначала обыкновенного сверла, а затем развертки, направляемых специальными втулками. Т. к. на з-де обычно изделия пропускаются через одни и те же взаимно проверенные кондукторы, то возможность отклонений в изделиях одного и того же завода этим вообще исключается. Но кондуктор, изготовленный вновь, а особенно изготовленный на другом заводе, легко может отличаться в длине расстояния между отверстиями, и тогда В. изделий разных з-дов, при всех других благоприятных условиях, может оказаться неосуществимой. Поэтому следует обусловить допуски на неточность расстояний между отверстиями и иметь в виду наиболее тщательное и возможно точное изготовление кондукторов.

Надлежащее взаимное расположение различных частей одной и той же детали во взаимозаменяемом производстве достигается не только специальными приспособлениями на станках, но и соответственным проектированием порядка процессов обработки. Всякого рода недочеты в этом отношении могут повлечь за собою ошибки в изготовлении и лишить изделия свойства В. Исходные (опорные) поверхности или точки изделия, к-рые служат для установки данного изделия на станок, д. б. выбраны весьма обдуманно, так как от них главным обр. ведется измерение размеров частей изделия. Эти опорные поверхности или точки должны, по возможности, служить затем на всех переходах как опорные установочные поверхности, и в процессе обработки д. б. обеспечено устойчивое положение и несбиваемость изделия на станках. Самые приборы должны обеспечивать правильность установки обрабатываемого изделия, иметь надежные и быстро действующие зажимы, исключаяющие возможность сбивания изделия и прижимающие его опорными поверхностями к соответствующим опорам в приборе.

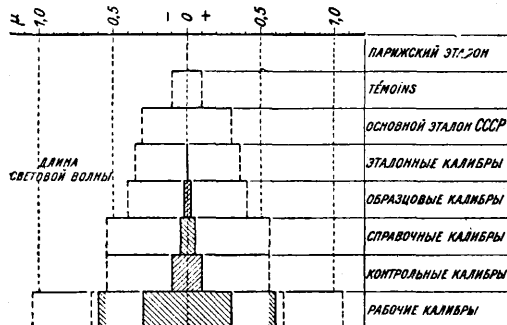
Из вышеизложенного вытекают следующие требования, к-рые необходимо соблюдать при организации производства взаимозаменяемых изделий: 1) измерительное дело д. б. основано на постепенной сверке калибров, начиная со сверки рабочих калибров с контрольными, контрольных со справочными; 2) необходимо обращать особое внимание на качества мерительных инструмен-

тов как общего, так и специального характера и применять самые тщательные методы измерения (учет влияния  $t^{\circ}$ ); 3) применение предельных калибров в производстве д. б. основано на точно определенной системе допусков, наподобие системы DIN, как для изделий, так и для самих калибров; 4) приборы, приспособления к станкам, кондукторы должны быть тщательно проверены, а те из них, которые употребляются в стадии окончания изделий, должны сверяться с приборами других з-дов; 5) производство должно иметь специальных контролеров-браковщиков, проверяющих изделия по предельным калибрам.

С экономическ. точки зрения нужно иметь в виду, что снабжение з-да калибрами, приборами, кондукторами и т. п. специальными инструментами требует значительных расходов, и потому производство взаимозаменяемых деталей выгодно только при условии массового или крупносерийного производства. Кроме того на экономич. сторону дела влияет тот или другой выбор допусков. Величина допусков определяется двумя факторами: назначением предмета и нормальной точностью работы станков. Для установления справедливых требований по отношению к точности изготовления необходимо исследование исполненных изделий в целях измерения и оценки существующих зазоров или же изготовление пробных изделий с различными посадками. Вообще же не рекомендуется применять точные пригонки без особой к тому надобности. При условии договоренности между потребителем и производителем по вопросу о допусках, изготовление взаимозаменяемых изделий представляется целесообразным и для производства в следующих отношениях: 1) продолжительность производства уменьшается по истечении периода организации; 2) производство приобретает большую независимость от квалификации рабочих. **Б. Самойлов.**

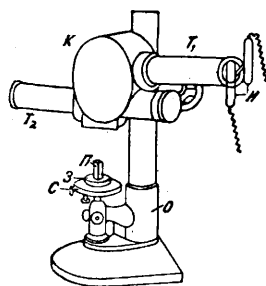
**Измерение концевых мер.** Для взаимозаменяемого производства требуется высокая точность измерения. Она достигается применением предельных калибров, для изготовления и контроля которых существуют особые методы измерения. Сравнение образцовых калибров с основным эталоном длины СССР в Главной палате мер и весов не всегда возможно и удобно. Поэтому при развитом калиберном хозяйстве пользуются измерением посредством т. н. интерферометра, построенного на явлении *интерференции света* (см.). Любая концевая мера может быть измерена с точностью до  $\pm 0,025 \mu$ , что значительно превышает точность, получаемую при сравнении с основным эталоном (фиг. 2). Этот способ имеет два преимущества: 1) возможность содержать при заводской лаборатории эталонные калибры, равные интернациональному эталону, и 2) возможность измерять свои калибры со значительно повышенной точностью. Весьма важные для В. преимущества такого рода достигаются благодаря сравнению абсолютной длины концевой меры с длиной световой волны гелия при помощи а п п а р а т а К е с т е р с а. Источником света служат наполненные гелием трубки *И*, питаемые

перемен. током высокого напряжения (фиг. 3). Исходящий отсюда пучок лучей определенной длины проходит через фильтр, конденсер, бленду и объектив, помещенные в трубе



Фиг. 2.

$T_1$ , затем преломляется в призмах с посеребрёнными или никелированными полупрозрачными поверхностями, находящимися в коробке  $K$ , и следует далее через расположенную под призмами плоскопараллельную пластинку к измеряемому предмету  $\Pi$ , поставленному на кварцевое зеркало  $З$  (С—



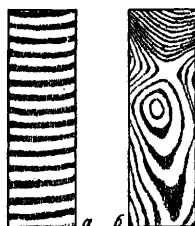
Фиг. 3.

столик,  $O$ —основание). Между плоскопараллельной пластинкой и кварцевым зеркалом возникает явление интерференции; одновременно оно возникает также между той же пластинкой и поверхностью измеряемого предмета. Наблюдают в трубу  $T_2$ , состоящую из окуляра, объектива и микрометра для регулирования. Интерференционные полосы тех и других плоскопосредств сдвинуты по отношению друг к другу. Эти отклонения возможно оценить (в долях одной ширины такой полосы, переводя в меру длины) с весьма высокой степенью точности измерения (до  $0,02 \mu$ ). При этих измерениях следует учитывать темп-ру, влажность и давление воздуха. Недостаток способа заключается в возможности измерять концевые плитки длиной не более 25 мм. При замене гелия криптоном возможно довести предел до 220 мм.

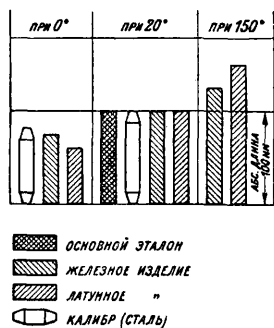
При большой точности измерения концевых мер требуется высокая точность отделки их концевых плоскостей, что проверяется приложением к плоскости тщательно полированной кварцевой или стеклянной пластинки. При этом на пластинке появляются световые линии, которые также являются следствием интерференции света. Их направление и форма позволяют судить о качестве плоскости концевой меры; на фиг. 4 показаны плоская ( $a$ ) и изогнутая ( $b$ ) поверхности концевой калибра. При некотором навыке легко отличить малейшие неровности поверхности калибра.

При точном измерении большую роль приобретает  $t^\circ$  измеряемых предметов. Во избе-

жание расхождения результатов измерения за условную  $t^\circ$  принята  $t^\circ$  в  $20^\circ$ , при которой действительные абсолютные размеры данного предмета (фиг. 5). При изменении  $t^\circ$  материалы по-разному изменяют свои размеры в зависимости от их коэфф-та удлинения ( $\alpha = \frac{1}{l} \cdot \frac{dl}{dt}$ ). Незначительные  $t^\circ$ -ные отклонения вызывают сравнительно большие разности в размерах, особенно при высокой точности измерения в лаборатор-



Фиг. 4.



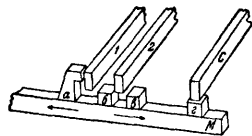
Фиг. 5.

ных условиях. Так, напр., отклонения в  $1^\circ$  изменяют длину 100-мм концевой плитки на  $1,15 \mu$ . В условиях цеховой работы эти отклонения имеют второстепенное значение, почему на самом производстве не следует стремиться к излишней и дорого стоящей точности, если она не вызывается действительной необходимостью. Это положение подтверждается явлениями неточности самой обработки поверхности (т. н. смятие гребешков), т. к. эта неточность превышает упомянутые отклонения, а также и многолетним опытом многих з-дов, работающих по принципу В. и достигающих вполне удовлетворительных результатов, несмотря на эти колебания и некоторые неточности. Важно лишь, чтобы исходные концевые меры были высокого качества и последующие неточности обработки и измерения не выходили из определенных предписанных пределов.

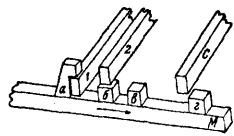
Лит.: Граменц К., Пригонки и допуски, пер. с нем., М., 1926; Взаимозаменяемость и практика ее применения (Труды О-ва герм. инж.-производств.), Москва, 1926; Neumann O., Austauschbare Einzelteile, V. 1—Maschinenbau, Berlin, 1919; В u c k i n g h a m E., Principles of Interchangeable Manufacturing, N. Y., 1921; Machinery's Handbook, Chapter—Allowances and Tolerances, N. Y., 1924. П. Драйер.

**ВЗАИМОЗАМЫКАНИЕ**, принудительная связь между отдельными сигнализационными и централизованными приборами, служащая для обеспечения безопасного следования поездов по железным дорогам и осуществляемая либо механич., либо электрич. путем, либо и тем и другим вместе. Примером В. первого рода может служить решетка зависимости любого централизованного аппарата (см. *Дистетчерская система*), которая не позволяет перевести рычаги в произвольном порядке; так, она не позволяет перевести сигнальный рычаг для открытия сигнала, если соответствующие сигналу стрелки стоят неправильно, а после открытия сигнала она же не позволяет вывести из своего положения те стрелки, к-рые входят в состав маршрута, ограждаемого этим сигналом. Осуществляется такое В. при посредстве линеек, соединенных с сигналь-

ными и стрелочными переводными рычагами, передвигающимися одновременно с ними. Поперек этих стрелочных и сигнальных линеек расположены маршрутные линейки, которые м. б. передвигаемы в ту или другую сторону при посредстве «маршрутно-затворного» рычажка. На линейках этих устраивают «кулачки», задерживающие их в том или ином положении и этим мешающие передвижениям связанных с ними рычагов. На фиг. 1 дано изображение такого В. системы Макса Юделя. Здесь 1 и 2 изображают стрелочные линейки, соответствующие стрелкам тех же номеров, С — сигнальную, М — маршрутную линейку, а, б, в, г — кулачки. В изображенном на фиг. 1



Фиг. 1.



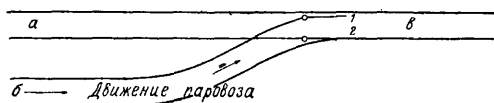
Фиг. 2.

положении линейки 1 и 2 свободны, т. е. могут быть опущены, а С задерживается в своем верхнем положении кулачком г, так что сигнальный рычаг перевести нельзя. После передвижения М вправо (фиг. 2), что становится возможным лишь после перевода стрелки № 1 и опускания при этом линейки 1, стрелки запираются (№ 1 — в переведенном положении, а № 2 — в нормальном), и сигнал освобождается. Электрическое В. мы видим, например, в устройстве путевого блокировки (см. *Блокировка путей*): в то время как блок приема конечной станции блок-участка заблокирован, блок отправления начальной станции отблокирован, и можно открыть зависящий от него семафор; при заблокировании же блока отправления отблокировывается блок приема.

Лит.: см. *Диспетчерская система*. Н. Рогинский.

**ВЗВЕШИВАНИЕ**, см. *Справочник физ., хим. и технолог. величин, т. I.*

**ВЗРЕЗ СТРЕЛКИ**, явление, происходящее при прохождении паровоза или вагона «по шерsti» (т. е. от крестовины к перьям) ж.-д. стрелки, поставленной для движения с одного из сходящихся путей а на общий путь в, при чем этот паровоз или вагон следуют с другого из сходящихся путей б (см. фиг.). Тогда перо стрелки, удаленное от



своего рамного рельса 1, начинает ребордой колеса подвигаться к этому рамному рельсу, а несколько позже начинает отжиматься от своего рамного рельса и другое (прижатое) перо 2. Если стрелка жестко замкнута ручным или приводным замком, то последний, естественно, ломается, и при этом могут сломаться и части стрелки. Чтобы избежать такой порчи, применяют «врезные» замки, в которых замыкающая часть держится на болтах, рассчитанных так, что они ломаются от усилия, производимого ребордой колеса, и тем спасают стрелку от поломки.

Приводные замыкатели конструируют так, что при нажатии реборды на отжатое перо последнее при посредстве замыкателя отмыкает прижатое перо и отводит его от рамного рельса. Таким образом избегают поломки стрелки.

**ВЗРЫВ ДЫМОВЫХ ТОПОЧНЫХ ГАЗОВ**, см. *Газы дымовые и топочные*.

**ВЗРЫВ ПЫЛИ**. I. Взрыв каменноугольной пыли. При разработке и доставке каменного угля в рудниках образуется значительное количество каменноугольной пыли, к-рая разносится по выработкам и оседает на стенках шахт. Во многих случаях эта пыль представляет значительную опасность, т. к. она обладает способностью воспламениться и может служить причиной ужасных катастроф в шахтах. Еще в конце прошлого столетия во многих странах недооценивали значение этой опасности, и только грандиозный взрыв, происшедший на руднике Куррьер (Франция) в 1906 году, где погибло 1240 горнорабочих, доказал возможность воспламенения каменноугольной пыли без участия гремучего газа. Эта катастрофа побудила многие страны начать в значительном масштабе исследования вопроса о взрываемости каменноугольной пыли. Для этой цели во Франции, Англии и других странах были оборудованы специальные пылеиспытательные станции, работы к-рых за последние 20 лет дали возможность распознать сущность процесса воспламенения каменноугольной пыли и выработать практические меры борьбы с этой опасностью. Основные положения в этом вопросе даны французским исследователем Таффанелем.

Многочисленные опыты показали, что каменноугольная пыль может воспламениться только в том случае, если находится в воздухе во взвешенном состоянии; наиболее сильные взрывы пыли получаются обычно при плотности пыльного облака около 300 г на 1 м<sup>3</sup> воздуха. В. п. в руднике может произойти от действия взрыва гремучего газа или заряда взрывчатого вещества, при чем пыль сначала поднимается в воздух от удара воздушной волны, а затем воспламеняется под действием пламени взрыва. В исключительных случаях можно опасаться В. п. от пламени факела, ацетиленовой лампы или вольтовой дуги, если пыль в облаке находится в движении. Важное значение в процессе В. п. имеет величина частиц (тонкость) пыли, обуславливающая способность пыли подниматься в воздух и усиливающая ее воспламеняемость. Частицы пыли под действием высокой  $t^{\circ}$  подвергаются окислению и дистилляции; чем быстрее происходят эти процессы, тем сильнее получается В. п. Поэтому с увеличением тонкости пыли, а следовательно с увеличением поверхности всей совокупности частиц ее (что ускоряет процессы окисления и дистилляции), и с повышением содержания летучих веществ в угле (что ускоряет дистилляцию) увеличиваются способность каменноугольной пыли к воспламенению и сила взрыва. Кроме того, повышению взрывчатых свойств пыли способствуют: 1) увеличение смолистости включений в угле (повышается способность к окислению), 2) увеличение теплотворной



способности продуктов дистилляции угля, 3) присутствие в воздухе метана, хотя бы и в небольших количествах. Способность каменноугольной пыли к воспламенению, наоборот, понижается с увеличением содержания в ней золы и влаги.

Наиболее простым критерием опасности каменноугольной пыли служит содержание в ней летучих веществ; при содержании последних ниже 10% пыль обычно не воспламеняется. Наиболее опасной является пыль коксующихся углей при содержании в них 20—25% летучих веществ. Однако этот критерий взрываемости пыли не достаточен. Каждый сорт угля, в смысле воспламеняемости его пыли, имеет свои индивидуальные особенности, и, кроме прямого экспериментального изучения воспламеняемости пыли, пока еще нет метода, который позволял бы с уверенностью определять эти особенности. Поэтому для определения степени опасности какого-либо каменноугольного рудника в отношении В. п. необходимо подвергать пыль специальному испытанию. Такие испытания производятся в железных штольнях, напоминающих выработки шахты, или лабораторным путем в небольших приборах, сходных по своей конструкции со штольнями. Источниками воспламенения пыли при испытании обычно служат взрывчатые вещества. Если каменноугольная пыль воспламенится даже в каком-либо одном месте, то взрыв ее разнесится по всем выработкам шахты, где имеется способная к воспламенению пыль. Взрыв пыли зарождаст предварительную волну взрыва, которая, двигаясь с громадной скоростью по выработкам, поднимает имеющуюся в них пыль и создает т. о. пыльное облако, способное воспламениться с приходом пламени взрыва, которое следует за предварительной волной. Эта последняя является главной причиной механических повреждений при В. п.; она разрушает крепь выработок и создает в них обвалы. Люди, захваченные такой волной, часто гибнут прежде, чем их настигнет пламя взрыва и удушливые газы. При своем движении по выработкам предварительная волна претерпевает многочисленные изменения и, в зависимости от расположения и размеров выработок, может затухать или усиливаться и даже повернуть в обратную сторону (возвратная волна). После прохода пламени взрыва происходит охлаждение продуктов горения, вследствие чего позади пламени зарождается волна разрежения, которая имеет еще большую скорость, чем взрывная волна. Все эти волны, двигаясь по выработкам, подвергаются, в конце концов, интерференции. Т. о. процесс распространения В. п. в руднике чрезвычайно сложен и трудно поддается изучению. Самыми опасными местами, в смысле возможности В. п. в шахте, являются глухие забой, где пыль может при воздушном толчке создать густое облако и откуда взрыв может легче распространиться по другим выработкам. Если же воспламенение происходит в месте, окруженном значительными свободными пространствами, то В. п. может быстро рассеяться и не получить распространения. Продукты взрыва пыли содер-

жат значительный процент окиси углерода и, распространяясь по выработкам, несут с собой смерть. Обычно большинство людей, захваченных взрывом в шахте, гибнет от отравления окисью углерода и меньший процент — от непосредственного действия взрывной волны и пламени взрыва.

Мероприятия по борьбе с В. п. сводятся в основных чертах к следующему.

1) Предупреждение распространения каменноугольной пыли по выработкам. Для этого необходимо по возможности препятствовать образованию пыли при выемке угля в забое и при доставке его по выработкам. Особенно много пыли образуется при зарубке угля врубовыми машинами, при отбойке и погрузке его в вагоны. Если в процессе очистных работ в шахте трудно избежать образования пыли, то необходимо стремиться к тому, чтобы пыль не разносилась по выработкам шахты. Для этой цели необходимо производить систематическую уборку пыли в местах ее образования и принимать меры к тому, чтобы пыль не могла подниматься в воздух. Наиболее простой и радикальной мерой борьбы с пылью в этом направлении является орошение каменноугольной пыли в местах ее скопления. Но проведение этой меры затрудняется тем обстоятельством, что тонкая пыль трудно смешивается с водой.

2) Нейтрализация взрывчатых свойств каменноугольной пыли. Чтобы сделать пыль невзрывчатой, необходимо смочить ее настолько, чтобы она содержала не менее 50% влаги; однако каменноугольная пыль после орошения довольно быстро высыхает и вновь делается взрывчатой. Чтобы держать каменноугольную пыль в достаточно влажном состоянии, приходится производить повторное орошение выработок через 2—3 дня, что создает значительное неудобство. До 1925 года во многих рудниках Западной Европы и СССР этот способ имел широкое распространение, несмотря на то, что он вызывает большие расходы по устройству и содержанию водопроводной сети в руднике. Тем не менее В. п. в рудниках, где применялось орошение, имели место; признано, что орошение действительно только в тех случаях, когда необходимо нейтрализовать взрывчатые свойства каменноугольной пыли на короткий промежуток времени, например на время производства взрывных работ в шахте. В этом случае орошение приносит двоякую пользу: нейтрализует взрывчатые свойства пыли и препятствует образованию пыльного облака в момент выпала заряда взрывчатого вещества. В настоящее время наибольшее распространение получил другой метод нейтрализации каменноугольной пыли — о с л а н ц е в а н и е, при котором стенки выработок шахты, где имеется пыль, покрывают слоем негорючей каменной (инертной) пыли. Такая пыль получается путем размола сланцев, известняков и других пород. Важно, чтобы инертная пыль была сухой (не более 4% влаги), достаточно тонкой (должна проходить в количестве не менее 50% через сито с отверстиями в 0,125 мм в поперечнике), не содержала горючих веществ и не обладала способностью

быстро поглощать влагу и слеживаться. Кроме того, такая пыль не должна содержать > 25% кремнекислоты, так как более значительное ее содержание делает пыль вредной для дыхания. Инертная пыль рассыпается по выработкам вручную или при помощи специальных приборов и смешивается таким путем с каменноугольной пылью; последняя при содержании 55—60% инертной пыли перестает быть взрывчатой. По мере оседания свежей каменноугольной пыли осланцевание выработок д. б. повторяемо. Эту операцию совершают несколько раз в год, а иногда несколько раз в месяц. Осланцевание выгоднее орошения, так как не требует больших первоначальных затрат и является в то же время более действительным способом борьбы с каменноугольной пылью. Обычно расходы на осланцевание составляют 5—10 к. на 1 т добытого угля.

3) Меры против распространения В. п. по всем выработкам, если он уже произошел. Для этой цели пользуются т. н. сланцевыми барьерами (заслонами), пыльными и беспыльными зонами. Сланцевый барьер состоит из ряда расположенных под кровлей поперек выработки полок с насыпанной на них инертной пылью. Эти полки делаются шириною около 40—50 см и укрепляются так, чтобы волна В. п. могла легко опрокинуть их; расстояние между полками обычно равно их ширине или немного меньше, количество же помещаемой на них инертной пыли берется с таким расчетом, чтобы на 1 м<sup>2</sup> поперечного сечения выработки, в которой расположен барьер, приходилось не менее 400 кг инертной пыли, при чем вся длина барьера не должна превосходить 20 м. В случае В. п. в каком-либо месте шахты взрывная волна, дойдя до барьера, опрокинет его, и сброшенная с полок инертная пыль создаст плотное облако, способное потушить пламя взрыва, так как частицы инертной пыли будут быстро поглощать тепло. Барьеры располагаются обычно в выработках, соединяющих отдельные поля шахты; место выбирается так, чтобы барьер, с одной стороны, не препятствовал движению вагонов и воздуха по выработке и, с другой,—чтобы было обеспечено действие взрывной пыли на барьер с максимальной силой. Выгоднее барьеры располагать в такой части выработок, которая тянется прямолинейно на 75—100 м, для того чтобы взрывная волна могла достичь значительной скорости, достаточной, чтобы опрокинуть барьер. Иногда прилегающую к барьеру часть выработки на протяжении 75—100 м покрывают значительным слоем инертной пыли и создают т. о. «пыльную зону», назначение которой—воспрепятствовать распространению взрыва, если барьер не был опрокинут при прохождении взрывной волны или действие его было недостаточным, чтобы потушить пламя взрыва. Такие зоны устраиваются иногда отдельно от барьеров. Наконец, для той же цели применяются часто «беспыльные зоны», представляющие собой часть выработки протяжением 75—150 м, в которой тщательно убрана каменноугольная пыль. При прохождении взрыва по такой выработке пламя затухает.

Такие беспыльные зоны имеют значение в тех случаях, когда выработки шахты мокрые и нейтральная пыль в них быстро слеживается, благодаря чему она при прохождении взрывной волны может не образовать облака и пламя взрыва может «проскочить» барьер и пыльную зону, если в месте их расположения имеется каменноугольная пыль, осевшая поверх слоя инертной пыли.

Из перечисленных мер борьбы с В. п. главное значение имеют, конечно, те, которые направлены к предупреждению первоначального воспламенения пыли. В обстановке рудника трудно предусмотреть все случайности, к-рые могут повлечь за собой В. п. Но гораздо легче предупредить взрыв в начальной его фазе, чем остановить его, когда он уже произошел; если же он приобрел значительную силу, то остановить его еще труднее. Поэтому в борьбе со В. п. главное внимание д. б. направлено на устранение причин, могущих вызвать взрыв. Как было сказано выше, скорее всего можно ожидать В. п. при вспыхиве гремучего газа и при палении взрывчатых веществ в шахте. На эти две причины и д. б. обращено главное внимание. В опасных по каменноугольной пыли шахтах должны применяться только «предохранительные» взрывчатые вещества, которые при нормальных условиях паления обычно не воспламеняют каменноугольную пыль и гремучий газ. Но даже такие предохранительные взрывчатые вещества способны иногда вызвать воспламенение каменноугольной пыли. Поэтому при зарядении шпуров в местах, где имеется взрывчатая каменноугольная пыль, применяют так наз. «внешнюю забойку», которая состоит из небольшой полки, располагаемой у устья шпура, с насыпанной на ней инертной пылью в количестве не менее 1,5 кг на каждый шпур. При взрыве заряда эта пыль поднимается в воздух и способна потушить вырывающееся из шпура пламя. Опасность В. п. имеется не только в руднике, но и в любом закрытом помещении, где может образоваться пыльное облако достаточной плотности. Взрыв пыли наблюдается и на брикетных фабриках и в котельных, где имеется сухая каменноугольная пыль.

Лит.: Левидский Д. Г., Исследования воспламеняемости каменноугольной пыли и т. д., Труды I Донецкого съезда по безопасности горных работ, стр. 186—193, М., 1926; Миронов В. А., Современные способы борьбы с угольной пылью, там же, стр. 173—185; Гармаш А., Каменноугольная пыль и ее взрывчатые свойства, «Горный журнал», М., 1927, 3, 4; Audibert E. et Delmas L., La question des poussières: I partie—Principes des mesures de neutralisation; II partie—La pratique des mesures de neutralisation, Notes techniques du Comité central des houillères de France, 22, P., 1926; O'wings S. and Dodgoc C., Methods and Costs of Rock-Dusting Bituminous Coal Mines (Carnegie Institution of Technology), Pittsburgh, Pa., 1925; Rice G. S., Stone Dusting or Rock Dusting to Prevent Coal-Dust Explosions, U. S. Bureau of Mines, Bulletin 225, Wash., 1924. А. Гармаш.

II. В. п. на мельницах, хотя и представляет сравнительно редкое явление, однако по своим разрушительным последствиям заслуживает изучения и принятия предупредительных мер. О разрушительности этих взрывов можно судить по взрыву на мельнице в Буффало (С.-А. С. Ш.) в 1913 г., где погибло 33 чел. и было ранено

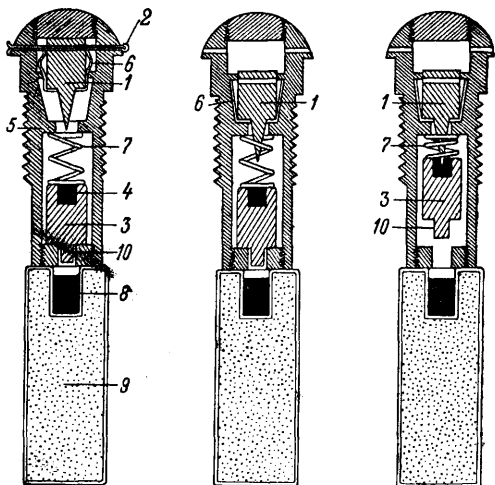
70 чел. На мельнице в г. Бузулуке в 1909 г. В. п. произошел вследствие того, что спущенный со свечой в железный мучной закром рабочий ударом по стенкам закроста вызвал сотрясение последних и осыпавшаяся пыль взорвалась; взрывом была сильно разрушена часть мельницы, рабочий же совсем не был найден. В 1913 г. в Америке было организовано специальное бюро для научного изучения взрывчатых свойств зерновой и мучной пыли и выяснения способов предотвращения взрывов. Бюро установило, что с 1905 г. имели место 13 В. п. на мельницах. Проф. Уйлер в Питсбурге произвел ряд опытов по определению  $t^\circ$  вспышки пыли, при чем оказалось, что различные сорта пыли имеют различные  $t^\circ$ : так, для овсяной пыли это  $t^\circ$  равна  $990^\circ$ , для пыли обочного отделения  $995^\circ$ , для пыли размоленного отделения  $1040^\circ$  и для зерновой пыли с элеваторов  $1115^\circ$ . Опыты для определения относительной огнеопасности пыли показали, что все виды зерновой пыли более опасны, чем угольная пыль, при чем овсяная пыль более огнеопасна, чем пыль от пшеницы и других сортов зерна. Исследования на  $t^\circ$  и силу взрыва сухой и невысушенной пыли дали следующие результаты: 1) в невысушенном состоянии, при  $1200^\circ$ , взрыв 0,5 г пыли в манометрич. бомбе повысил давление до  $0,033 \text{ кг/см}^2$ , а в высушенном состоянии—до  $1,33 \text{ кг/см}^2$ ; 2) взрываемость зависит от степени насыщения пространства пылью, и взрыв может произойти при наличии пыли начиная с 317 г в  $1 \text{ м}^3$  воздуха; 3) многие виды зерновой пыли имеют относительно низкую  $t^\circ$  вспышки; 4) в зависимости от природы и состояния пыли В. п. могут происходить и при меньшем ее содержании в воздухе. Причины возникновения взрывов органич. пыли на мельницах следующие: 1) употребление открытого пламени (свечи, спички, факелы и пр.), 2) пожары, 3) искры, иногда появляющиеся при работе нек-рых машин (обоек, жерновов на холостом ходу, моторов, ремней на шкивах и пр.). Для предупреждения В. п. на мельницах необходимо принимать меры к уменьшению количества пыли, а также к устранению причин взрывов.

Лит.: «Журнал мельничной техники и промышленности», М., 1923, 4, 6. В. Прокофьев.

**ВЗРЫВАТЕЛЬ**, механизм, применяемый для взрывания заряда взрывчатого вещества, заключенного в фугасных артилл. снарядах и авиабомбах. В. состоит из трубки, капсюля-детонатора и детонатора.

Трубка В.—механизм для своевременного разрыва снаряда в желаемой точке траектории или при встрече с какой-либо преградой. Сущность действия всякой ударной трубки состоит в следующем. При выстреле трубка «заводится», т. е. посредством перемещения некоторых частей ее приходит в такое положение, при котором достаточно незначительного толчка или задержки в движении снаряда, чтобы трубка подействовала. Такая задержка происходит при падении снаряда на землю или попадании в цель,—и трубка через посредство капсюля-детонатора и детонатора в этот момент производит разрыв снаряда.

Простейшая конструкция трубки В. дана на фиг. 1 в положении до выстрела. Главнейшие ее части: оседающее приспособление 1 с жалом, подвешенное на чеке 2, к-рая перед заряджанием орудия выдергивается; ударник 3 с капсюлем-воспламенителем 4; коробка трубки 5; лапчатый предохранитель 6; спиральная предохранительная пружина 7; остальные части взрывателя, 8 и 9, представляют капсюль-детонатор и детонатор взрывателя. На фиг. 2 — та же трубка во время выстрела и на полете; оседающее приспособление 1 от толчка при выстреле осело, и жало прошло в отверстие перегородки;

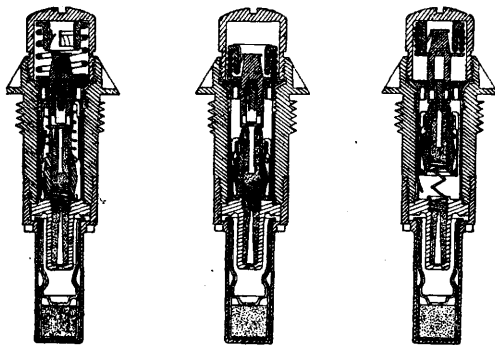


Фиг. 1.

Фиг. 2.

Фиг. 3.

при этом лапки предохранителя 6, разогнувшись, уперлись концами в кольцевой выступ верхней части коробки и закрепили на месте осевшее приспособление 1. Фиг. 3 изображает эту же трубку при падении снаряда на поверхность: ударник 3, продолжая двигаться по оси снаряда, сжимает предохранительную пружину 7 и насккивает на жало оседающего приспособления 1, отчего



Фиг. 4.

Фиг. 5.

Фиг. 6.

капсюль-воспламенитель воспламеняется и передает огонь капсюлю-детонатору. Описанная выше трубка весьма проста по конструкции, но имеет крупный недостаток: безопасность обращения с ней достигается применением чеки 2, которую необходимо перед заряджанием орудия выдергивать, что несколько уменьшает скорострельность.

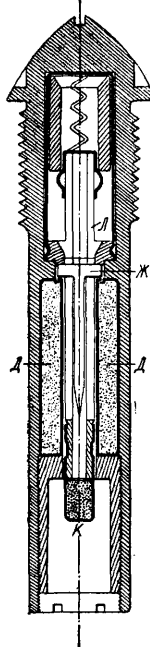
В дальнейших системах трубок этот недостаток уже устранен. Фиг. 4, 5, 6 представляют собою одну и ту же трубку—до выстрела, в момент выстрела и в момент падения (удара). Взаимное передвижение частей, происходящее во 2-й и 3-й моменты, указано на чертежах.

**Капсюль-детонатор**, предназначенный для детонации детонатора взрывателя, представляет металлическ. гильзу, медную, латунную или мельхиоровую, снаряженную взрывчатым веществом (гремячая ртуть, азид свинца или серебра, тринитрорезорцинат свинца). Вес взрывчатого вещества в гремучертутных капсюлях-детонаторах ок. 2 г. Диаметр капсюльной оболочки обычно колеблется около 7—9 мм. Капсюли-детонаторы воспламеняются непосредственно насколом жала либо зажжением от луча огня, получаемого при воспламенении капсюля-воспламенителя (малых капсюлей), помещенного в ударнике трубки и воспламеняемого от накола жала.

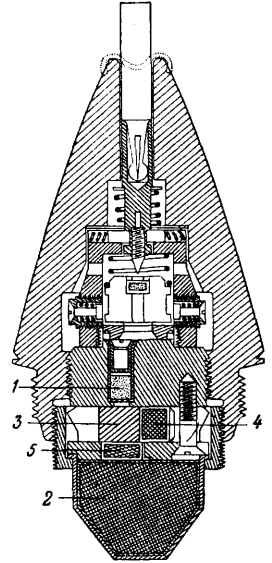
**Детонатор** служит для детонации взрывного заряда снаряда и представляет гильзу, снаряженную несколькими десятками г сильновзрывчатого вещества—тетрила, тротила, мелинита, тетранитроанилина и т. п. Эти вещества впрессовывают в гильзу в порошкообразном виде. Располагают детонатор, в зависимости от конструкции В., либо в непосредственной близости с капсюлем-детонатором либо неподалеку от него.

Военная техника предъявляет к конструкции В. следующие требования. 1) **Безопасность** в обращении при служебных условиях и надежная взводимость при стрельбе. При выстреле и взведении трубки В. во всех частях его возникают большие усилия, почему эти части д. б. прочными и выдерживать продолжительное хранение и возможные в служебных условиях тряску и удары; однако прочность д. б. достигаема не в ущерб взводимости в момент выстрела и исправному действию В. до разрыва снаряда. 2) **Безопасность** в момент выстрела, т. е. в период движения снаряда по каналу орудия и в непосредственной близости от орудия. Преждевременный разрыв фугасного снаряда в канале орудия или перед дулом может нанести тяжелые поражения орудийной прислуге. В. может быть причиной преждевременного разрыва снаряда в следующих случаях: а) при выстреле возможно отскакивание ударника и накол капсюля на жало; б) в орудиях с разношенным каналом поясok снаряда врезается в нарезы не с началом его движения, а когда снаряд сдвинулся и приобрел нек-рую скорость, и при врезании ударник В. может продвинуться вперед и вызвать накол капсюля; в) от резких сотрясений при выстреле возможен во В. самопроизвольный взрыв капсюля-детонатора или капсюля-воспламенителя. Для предотвращения опасности при выстреле принимаются следующие меры: а) помещение под ударник свинцовых подкладок, уменьшение веса и пути движения оседающих частей; б) применение пороховых и центробежных предохранителей, при которых продвижение частей, взводящих В., может начаться

после того, как пороховой предохранитель перегорит или когда снаряд получит полное число оборотов вокруг своей оси (центробежные предохранители); в) для предохранения от самовзрыва капсюля-воспламенителя он изолируется особыми предохранителями от капсюля-детонатора. В трубке, изображенной на фиг. 1—3, для этой цели служит сосок 10, запирающий проход огню от капсюля 4 к капсюлю 8. При падении снаряда ударник с соском продвигается вперед и открывает проход огню (фиг. 3). Для парализования вредных последствий самовзрыва капсюля-детонатора сконструированы В. «безопасного типа», в к-рых либо этот капсюль помещается в холостой, изолированной камере, либо путь взрывной волны от капсюля-детонатора к детонатору преграждается прочной перегородкой. В. с холостой камерой показан на фиг. 7. Капсюль-детонатор К, укрепленный на ударнике Л, в момент выстрела находится в изолированной, холостой камере. При взрыве в ней капсюля взрыв не передается детонатору Д. При падении же снаряда на местность удар-



Фиг. 7.



Фиг. 8.

ник Л с капсюлем движется к головной части В., но жало Ж остается на месте. Когда капсюль передвинется внутрь детонатора, он наколется жалом и, взрываясь, передаст взрыв детонатору.

К типу В. с перегородкой, преграждающей путь взрывной волне капсюля, относится детонатор, показанный на фиг. 8. Во время выстрела, пока снаряд находится в орудии, этот капсюль отделен от детонатора 2 металлич. перегородкой—движком 3. Этот движок в правой части имеет сквозной канал, в к-ром запрессовано взрывчатое вещество 4, такое же, как и в детонаторе 2. В указанном на чертеже положении движок 3 зафиксирован особыми предохранителями, находящимися не в плоскости чертежа и потому на нем не указанными: эти

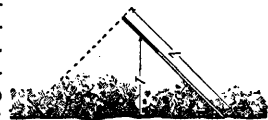
предохранители перестают действовать по вылете снаряда из орудия, в результате чего движок 3 перемещается настолько, что заряд 4 окажется на линии с капсюлем 1 и добав. зарядом 5. В таком положении взрыватель остается на полете снаряда до падения его на поверхность. 3) Безопасность при полете снаряда до приближения его к цели. Причиной преждевременного действия может послужить продвижение ударника с капсюлем по направлению к жалу вследствие уменьшения скорости движения всего снаряда от сопротивления воздуха. Т. к. внутренние части трубок непосредственного сопротивления воздуха не испытывают, то они уменьшают свою скорость в меньшей степени, чем весь снаряд, и свободные части могут опережать остальные; для предупреждения «набегания» ударника, впереди него помещаются сравнительно слабые спиральные пружинки, незначительно ослабляющие энергию накола капсюля. 4) Чувствительность В., т. е. способность В. начать свое последнее действие от встречи с преградой, представляющей иногда весьма слабое сопротивление снаряду (напр. вода, ткани летательных аппаратов и т. п.). Наибольшей чувствительности В. удалось достигнуть устройством ударника с жалом, выступающим из общего контура снаряда, как показано на фиг. 8. 5) Требуемая быстрота действия, края определяется промежутком времени от момента встречи снаряда с преградой до момента его разрыва; например м. б. снаряды специального назначения, с замедлением в действии. Обычно замедление достигается посредством замедлителей, прессуемых из дымного пороха. 6) Надежность в действии при продолжительном хранении и достигается конструкцией, не допускающей свободного доступа наружного воздуха и сырости к внутренним частям В.; те места, через которые может проникнуть внутрь воздух, запаиваются. Кроме того, В. должен быть дешев, прост в изготовлении и в обращении. 7) В последнее время стали выдвигать еще требование возможности проверки взводимости трубки взрывателя без нарушения сборки или повреждения частей его. Такая проверка мыслима пока лишь при центробежных предохранителях с пружинами.

Лит.: Ст. Взрыватель, Военная Энциклопедия, изд. Сытина, т. 6, СПб, 1912; Взрыватели и трубки, изд. Главн. арт. упр., П., 1915; Рдуатовский И., Трубки и взрыватели, М., 1926; «Техн. и снабж. Кр. армии», Москва, 1924, 100, 101; «Army Ordnance», Wash., 1926—27.

В. Гедымин.

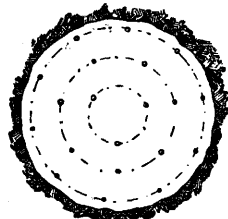
**ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ**—работы, связанные с применением взрывчатых веществ при раздроблении массивов горных пород, почвы, а также при разрушении различных предметов, сооружений из твердых материалов и т. п. Наибольшее применение В. р. имеют в горном деле при проведении выработок, при разработке карьеров и пр. Заряды взрывчатого вещества закладываются обычно в буровые скважины (шпуры) диаметром 25—60 мм и глубиной 0,25—2 м. В исключительных случаях, при проведении выработок большого сечения (тоннелей) и при разработке карьеров, диаметр

шпуров достигает 75—100 мм, а глубина—5 м и более. Глубина шпуров зависит от направления их, от размеров проводимой выработки, от свойств и характера породы, размеров отбиваемых кусков, от длины линии наименьшего сопротивления (т. е. расстояния от центра заряда до обнаженной поверхности массива) и т. п. В слитных породах и в мощных залежах с правильной редкой трещиноватостью применяют глубокие шпуры, а в породах тонкослоистых, складчатых или разбитых короткими и частыми трещинами—более мелкие шпуры. Эффект действия заряда взрывчатого вещества, т. е. объем отбитой при взрыве породы, зависит от числа обнаженных плоскостей массива, совпадения трещин и плоскостей напластования с линией наименьшего сопротивления. Если массив обнажен только с одной стороны (фиг. 1) и шпур проводится под углом 45° к обнаженной поверхности, то объем отбиваемой при взрыве породы можно определить по формуле:  $V=0,37 T^3$ , глубина же шпура равна



Фиг. 1.

полуторной или двойной длине линии наименьшего сопротивления ( $L=1,5—2 T$ ). При двух обнаженных плоскостях, если шпур проводится паралл. одной из них,  $V=0,84 T^3$  и  $L$  равно 1,5—2,5  $L$ ; при трех обнаженных плоскостях  $V=1,33 T^3$ . При одной обнаженной плоскости забоя эффект взрыва увеличивается с уменьшением угла наклона шпура к обнаженной плоскости; обычно этот угол бывает 15—45°. С целью увеличения числа обнаженных плоскостей в забое делают дополнительную проработку (вруб), а чаще в центре выработки задают три наклонных друг к другу шпура так, чтобы их направления пересекались приблизительно в одной точке. От взрыва этих шпуров образуется воронка, что увеличивает эффект взрыва при отпалке остальн. шпуров.



Фиг. 2.

На фиг. 2 показано расположение шпуров при проходке выработки большого круглого сечения: здесь шпуры взрываются постепенно, концентрическими кругами, начиная с ближайших к центру и кончая расположенными по периферии выработки. Если шпуры взрывают последовательно, по одному, то расстояния между ними д. б. 0,5—1,0  $L$ ; при одновременном же взрыве целой группы шпуров 1,5—2  $L$ . Объем отбиваемой породы при взрыве расположенных в одну линию шпуров можно принять:  $V=(2n-1)v$ , где  $n$ —число одновременно взрывающихся шпуров и  $v$ —объем отбиваемой породы при взрыве одиноч. шпура.

Пользуясь указанными выше формулами, можно определить число шпуров на 1 м<sup>2</sup> поверхности или на данный объем массива в зависимости от числа обнаженных плоскостей, глубины и угла наклона шпуров, их взаимного расположения и порядка отпалки. Бурение шпуров для В. р. производят или вручную (при малом масштабе работ и неглубоких шпурах) или, чаще всего, с помощью *перфораторов* (см.), главным образом — пневматических и электрических; применяются также буровые станки, когда требуется проведение глубоких шпуров значительного диаметра.

В зависимости от условий взрывных работ применяют разнообразные *взрывчатые вещества* (см.): при крепких породах — чаще всего гремучий студень (83—93% нитроглицерина) или динамит с содержанием нитроглицерина 45—65%; при породах более слабых — аммиачно-селитровые взрывчатые вещества; черный порох применяется редко. При разработке больших карьеров в качестве взрывчатого вещества применяют иногда жидкий кислород (см. *Жидкий воздух*). Применение взрывчатых веществ во всех странах регулируется особыми правилами безопасности, при чем допускаются к употреблению только определенные взрывчатые вещества, списки к-рых периодически опубликовываются. Взрывчатые вещества, выделяющие при взрыве ядовитые и удушливые газы, допускаются только при открытых горных работах. В рудниках, где имеется гремучий газ и взрывчатая каменноугольная пыль, допускаются к применению только предохранительные взрывчатые вещества, имеющие низкую температуру взрыва; наибольшим распространением из них пользуются гризутины, содержащие 12—30% гремучего студня (11,16—29,1% нитроглицерина), и составы Фавье с содержанием 4,5—13,2% тринитронафталина, при чем более сильные из этих взрывчатых веществ допускаются только при палении по пустым породам. Вес заряда не должен превосходить особо установленной для каждого взрывчатого вещества предельной величины (предельный заряд).

При заряджании шпуров пользуются обыкновенно взрывчатыми веществами в виде патронов; диаметр патронов колеблется от 18 до 50 мм, длина — от 80 до 100 мм и вес — от 75 до 100 г. Для воспламенения бризантных взрывчатых веществ используются детонаторы (пистонами) с гремучей ртутью, с азидом свинца или тетрилом, при чем обычно применяют капсулы не ниже № 6 (с 1 г гремучей ртути). Азидосвинцовые капсулы в алюминиевой гильзе запрещены к употреблению в рудниках, содержащих гремучий газ, во избежание взрыва (см. *Детонаторы*).

В качестве затравки пользуются обычно *бикфордовым шнуром* (см.), состоящим из пороховой сердцевины и наружной джутовой обмотки. Скорость горения шнура около 0,5 м/мин, но иногда применяют и быстро горящие шнуры со скоростью горения до 400 м/сек. Для работ под водой применяют бикфордов шнур, покрытый сверху слоем вулканизированного каучука. В некоторых случаях при одновременной отпалке

нескольких шпуров применяют детонирующий шнур, со скоростью детонации до 5 000 м/сек, состоящий из тонкой свинцовой трубки, наполнен меллинитом, пироксилином или тротилом. В газовых рудниках применение бикфордова и детонирующего шнуров не допускается. Наибольшим распространением пользуется электрический способ паления, при котором воспламенение капсулы производится электрической искрой (пальники 1-го рода), или путем непосредственного воспламенения током горючего состава, помещенного на концах проводников пальника (пальники 2-го рода), или накаленной током проволокой (пальники 3-го рода) (см. *Заталы*). В рудниках, содержащих гремучий газ или взрывчатую каменноугольную пыль, электрич. паление является единственным разрешенным способом воспламенения зарядов. В качестве источника энергии при этом способе пользуются динамо-электрич. или магнито-электрич. машинками, аккумуляторами, сухими или гальваническими элементами или, наконец, током от осветительной сети. Для соединения источников энергии с пальниками пользуются обыкновенно двумя изолированными проводами. При одновременном палении нескольких зарядов запалы можно включать в цепь последовательно или параллельно. Первый способ применяют при электрических пальниках всех видов, параллельное включение возможно применять только для пальников 3-го рода и тех пальников 2-го рода, которые обладают малым сопротивлением. При параллельном включении запалов возможно проверять исправность сети и взрывать заряды по отдельным группам. Для испытания электрич. запалов и сети проводов пользуются омметрами или сухими элементами с гальваноскопом, при чем сила тока в цепи при испытании д. б. достаточно малой, чтобы не вызвать воспламенения детонаторов. Испытания отдельных запалов следует производить без детонаторов.

Количество помещаемого в шпур взрывчатого вещества (величина заряда) зависит от силы последнего, свойств и характера взрывающей породы, глубины шпура, длины линии наименьшего сопротивления и расстояния между зарядами. Приблизительную величину заряда можно определить по формуле Шалона  $P = reL^2$ , где  $P$  — вес заряда в кг,  $L$  — длина линии наименьшего сопротивления в м,  $r$  — коэффициент, зависящий от свойств породы, и  $e$  — коэффициент, зависящий от силы взрывчатого вещества.

#### Значения коэф. $r$

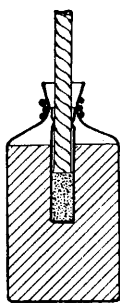
Для очень твердых пород (кварциты, твердые граниты) . . . . .	1,00
» твердых пород (граниты, гнейсы, порфиры) . . . . .	0,80
» твердых сланцев и песчаников . . . . .	0,50
» пород средней твердости (известняк, сланец) . . . . .	0,30
» слабых пород (уголь, мел) . . . . .	0,15
» сыпучих пород . . . . .	0,70

#### Значения коэф. $e$

Для гремучего студня . . . . .	0,70
» динамита № 1 (65% нитроглицерина) . . . . .	1,00
» » № 3 (22% » ) . . . . .	1,30
» сильного гризутина (22%) . . . . .	1,57
» слабого » (12%) . . . . .	2,00
» пороха прессованного . . . . .	2,00
» пороха зернистого . . . . .	2,50

Пользуясь этой и приведенными раньше формулами, можно определить расход взрывчатого вещества на  $1 \text{ м}^3$  отбиваемой породы или на  $1 \text{ п. м}$  выработки заданного сечения. Если поверхность массива обнажена с одной стороны, то заряд должен занимать не более  $\frac{1}{3}$  глубины шпура и только в исключительных случаях  $\frac{1}{2}$  глубины шпура. При двух обнаженных плоскостях и длинных шпурах заряд может занимать и более  $\frac{1}{2}$  глубины шпура. Если в этом случае шпур проведен параллельно обнаженной плоскости массива, то длина остающейся не занятой зарядом части шпура должна быть не более длины линии наименьшего сопротивления.

Патроны (в количестве, отвечающем определенному заранее весу заряда) опускаются в шпур по одному и досылаются до дна шпура деревянным забойником. При зарядании мокрых шпуров взрывчатым веществом, боящимся воды, весь заряд помещают предварительно в чехол из водонепроницаемого материала и затем вводят в шпур целиком. Диаметр шпура д. б. немного больше диаметра патронов, чтобы избежать сильного трения последних о стенки шпура. Если шпур заряжается пластичным взрывчатым



Фиг. 3.

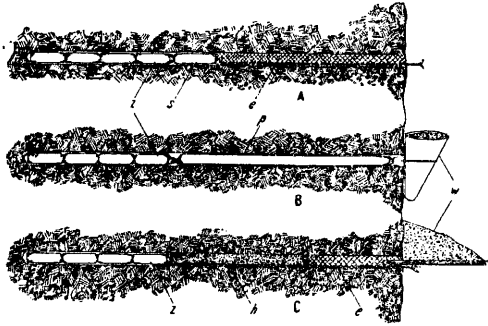
веществом, например гремучим студнем, то патроны его, после введения в шпур, раздавливают там нажатием забойника для заполнения всех неровностей шпура. Для обеспечения полной детонации заряда лишняя оболочка патронов на концах их д. б., по возможности, удалена. При применении взрывчатого вещества в рассыпном виде, его насыпают в шпуры (отвесные и круто падающие) через воронку. Перед заряданием шпуров необходимо убедиться в доброкачественности применяемого взрывчатого вещества; это особенно важно в отношении высокопроцентных сортов динамита, способных к эксудации и замерзанию при низкой  $t^\circ$ , что может служить причиной преждевременного взрыва заряда при зарядании. В холодное время года необходимо дать динамиту предварительно оттаять в особых помещениях, а для предохранения его от замерзания во время переноски к месту В. р. он должен помещаться в особые переносные сосуды с двойными стенками, между которыми наливается нагретая до  $50-60^\circ$  вода или легкоплавкий состав (термофоры). Когда весь заряд помещен в шпур, поверх него кладут патрон-пальник (фиг. 3), т. е. патрон, снабженный детонатором с присоединенной к нему затравкой. Если в качестве затравки применяется бикфордов шнур, то берется кусок его такой длины, чтобы он по крайней мере на  $20 \text{ см}$  выходил из шпура: это дает запальщику время удалиться в безопасное место после воспламенения затравки. На свежесрезанный конец шпура надевают детонатор, верхнюю часть которого обжимают потом при помощи особых щипцов, для того чтобы шнур не мог из него выскочить. Другой конец шпура обрезают наискось для более легкого зажигания. При применении электрических пальников они

присоединяются к детонаторам свободными концами (пробка д. б. вынута), как и шнур. Снаряженный т. о. детонатор погружается в патрон взрывчатого вещества на  $\frac{2}{3}$  своей длины и закрепляется в нем путем обвязывания свободн. концов оболочки патрона вокруг затравки. При применении пороха затравка может быть присоединена к патрону-пальнику без детонатора. Если применяют взрывчатое вещество с небольшой способностью детонации, то иногда для патрона-пальника берут другое взрывчатое вещество с более сильными детонирующими свойствами. Снаряжение патрона-пальника производится непосредственно перед заряданием шпура. Заготовленный патрон-пальник вводят в шпур забойником так, чтобы затравка (или провода пальника) помещалась в его кольцевой выемке. Рекомендуется, особенно при зарядании восстающих шпуров, вводить патрон-пальник в шпур вместе с куском глины или с пыжом из войлока, бумага и т. п. поверх патрона-пальника. При глубоких шпурах, заряжаемых большими (длинными) зарядами, патрон-пальник помещают иногда не сверху заряда, а в середине его, чтобы ускорить процесс детонации всего заряда, так как в этом случае взрыв распространяется в шпуре одновременно в двух направлениях.

Заряженный полностью шпур заполняют поверх заряда забойкой из глины, песку или каменной пыли (или воды, если заряд допускает присутствие ее в шпуре). Первые порции забойки вводят в шпур осторожно, лишь слегка придавливая их забойником, чтобы не повредить патрона-пальника; последующие же слои забивают с возрастающей силой. Устье шпура забивают иногда поверх забойки деревянной пробкой.

В последние годы широкое распространение получил метод зарядания шпуров с пустотой (Hohlraumschiessverfahren), при котором во взрывной камере шпура между зарядом и забойкой или между патронами (последнее менее рационально) оставляют незаполненное пространство, помещая поверх заряда (или между патронами) пустые бумажные гильзы или распорки из твердого материала. Пустота, наконец, может тянуться вдоль всего заряда, если патроны имеют меньший диаметр по сравнению со шпуrom. При таком способе продукты взрыва, проникая в пустоту, будут в начальный момент детонации несколько расширяться; поэтому давление их во взрывной камере будет нарастать постепенно, и удар взрывной волны о стенки шпура будет задержан до полной детонации заряда. Действие взрыва бризантных взрывчатых веществ при этом приближается к фугасному действию, что способствует увеличению объема отбиваемой породы и размеров ее кусков. Этот способ паления оказался особенно выгодным при отбойке антрацита и при разработке карьеров. Наиболее выгодный объем оставляемой в шпуре пустоты зависит от скорости детонации применяемого взрывчатого вещества, его бризантных свойств и веса заряда. При употреблении слабобризантных взрывчатых веществ и при малом весе заряда (менее  $1 \text{ кг}$ ), пустота во взрывной

камере шпура почти не оказывает полезного действия; наоборот—в этом случае можно опасаться неполного взрыва заряда. Таков же эффект действия заряда бризантного взрывчатого вещества. Вместо паления с пустотой того же эффекта можно достигнуть применением сжимающейся забойки из сухой инертной пыли (мелкий песок, каменная пыль, молотый мел и т. п.). Сжимающаяся забойка вводится в шпур или



Фиг. 4.

в виде патрона (несколько меньшего диаметра, чем диаметр шпура) или при помощи особых приспособлений—под действием сжатого воздуха или забойника.

На фиг. 4 показаны разные методы заряжания шпуров: А—заряжание с пустотой; В—метод Крускопфа, при котором, вместо обыкновенной забойки, в шпур вводится длинный патрон из негорящей бумаги, наполненный сухой инертной пылью; С—заряжание с сжимающейся забойкой. Здесь: z—заряд взрывчатого вещества, s—пустота поверх заряда, e—обыкновенная утрамбованная забойка, h—сжимающаяся (рыхлая) забойка из инертной пыли, p—патрон Крускопфа с инертной пылью, w—внешняя забойка, применяемая в выработках, которые содержат много гремучего газа и взрывчатой пыли.

Производство В. р. сопряжено с значительными опасностями и требует строгого соблюдения мер предосторожности; поэтому оно должно поручаться только сведущим лицам. После отпалки шпуров запальщик должен выждать не менее 15 минут и лишь потом подходить к месту взрыва. На время отпалки шпуров все лица, находящиеся в районе В. р., должны быть удалены в безопасное место. Плохое качество взрывчатого вещества или детонатора, неисправность затравки, неправильное заряжание шпура и другие причины могут вызвать запаздывание взрыва, неполный взрыв, выгорание заряда, выбрасывание забойки (холостой выпал) или осечку. Во всех этих случаях опасность работ усугубляется. Разбуривать невзорвавшийся или давший неполный взрыв шпур (стакан) воспрещается, так как при этом может последовать взрыв оставшегося невзорвавшимся заряда. Для подрыва такого шпура рядом с ним пробуривают и заряжают новый шпур, при отпалке которого оставшийся ранее невзорвавшимся заряд сдетонирует или будет выброшен вместе с отбитой породой; в последнем случае

он будет опять представлять опасность при разборке породы. В выработках, где содержание гремучего газа превышает 1,5% или имеется взрывчатая каменноугольная пыль, В. р. запрещаются вплоть до надлежащего проветривания выработок, увлажнения или ослепления пыли (см. *Взрывы пыли*). При заряжании шпуров в этих условиях необходимо принимать особенно тщательные меры предосторожности: тщательно очищать шпуры от буровой муки, не допускать промежутков между патронами (по возможности применять один патрон), удалять излишнюю оболочку патронов, особенно на их концах, не заряжать один и тот же шпур различными взрывчатыми веществами, применять pistоны достаточной силы (лучше—тетриловые) и притом только в медной гильзе, следить за качеством применяемого взрывчатого вещества и не употреблять отсыревших или слежавшихся патронов. Нельзя также в этих случаях вводить в шпур горючие вещества (пыжки и т. п.).

Кроме горного дела В. р. находят применение и в других областях: в военном деле (см. *Минное дело*), в лесном и сельском хозяйствах, при постройке дорог и т. п. В этих случаях заряды обычно закладывают, как и в горном деле, в буровых скважинах, проводимых в почве при помощи буров (сверл). Чаще всего здесь применяют фугасные и приближающиеся к ним слабобризантные взрывчатые вещества.

Лит.: Сухаревский М. Я., *Взрывчатые вещества и взрывные работы*, т. 2, Москва, 1923; Бок и Б. И., *Практический курс горного искусства*, т. 2, Москва—Ил., 1923; Audibert et Delmas. *Le minage en atmosphère inflammable, Le tir électrique, Note technique № 22 du Comité central des houillères de France*, Paris, 1926; Rauch P., *Kritisches Erörterung über d. Einfluss d. Hohlraumes im Bohrloch auf d. wirtschaftliche Arbeitsleistung d. Sprengstoffe*, *Ztschr. d. Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins*, Kattowitz, 1927, H. 6—7; *Ztschr. f. d. ges. Schiess- u. Sprengstoffwesen*, München, ab 1906. А. Гармаш.

**ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА**, вещества, способные к быстрому химическому превращению, с образованием больших объемов газов, нагретых в достаточной мере для получения в кратчайший промежуток времени, в месте взрыва, высокого давления. Одной из наиболее характерных особенностей в этом определении является именно крайняя быстрота и кратковременность взрывчатых превращений, измеряемая в  $\frac{1}{1000}$  и  $\frac{1}{10000}$  доли сек.

Первым известным человеку В. в. был обыкновенный дымный порох, к-рый в течение 500 лет оставался единственным В. в., имевшим практическ. применение. По мере развития химии открывались новые вещества, к-рые могли служить для приготовления В. в. типа дымного пороха, а именно: аммонийная селитра (17 век), бертолетова соль (конец 18 века) и перхлораты (начало 19 века). Затем постепенно был открыт целый ряд В. в., к-рые отличались от дымного пороха тем, что представляли уже однородные химические соединения, напр.: пикриновая к-та (Вульф, 1771 г.), гремучая ртуть (Говард, 1799 г.), пироксилин (Шенбейн, 1845 г.), нитроглицерин (Собrero, 1846 г.), тринитротолуол (Вильбранд, 1863 год) и ряд других В. в., относящихся уже к более позднему времени. По мере открытия новых В. в.



и усовершенствования способов фабрикации их, значительно расширилось также и практическое применение их как для мирных, так и для военных целей, и в настоящее время производство В. в. достигает громадных размеров. Так, напр., в С.-А. С. Ш. годовая фабрикация В. в. только для мирных целей превосходит 200 млн. кг; за войну 1914—1918 гг. в одной только Англии было израсходовано различ. В. в.: в 1915 г.—18 тыс. т, в 1916 г.—125 тыс. т, в 1917 г.—259 тыс. т, в 1918 г.—283 тыс. т, а всего 685 тыс. т, из которых: 69 тысяч т пикриновой кислоты, 238 тыс. т тринитротолуола и 378 тыс. т аммонийной селитры. Несомненно, и дальше техника и промышленность В. в. должны будут сильно развиваться, несмотря на широкое применение в технике современной войны нового химического средства борьбы—отравляющих веществ, В. в. и пороха сохраняют в военном деле преобладающее значение. Одновременно все более расширяется применение В. в. для чисто мирных целей, а именно для горных и строительных работ: дорожного строительства, дренирования и осушки болот, корчевания шпей, рубки леса, выкапывания ям для посадки деревьев, освежения почвы для с.-х. работ, и т. д.

В. в., имеющие практич. значение, могут по своему химическому составу быть классифицированы следующим образом:

1. Взрывчатые смеси: а) газобразные смеси—гремучий газ, состоящий из 2 объемов водорода и 1 объема кислорода; рудничный газ, состоящий из воздуха с примесью 9% болотного газа (метана); смесь воздуха с 2—3% паров бензина и др.; б) жидкие смеси—напр. раствор пикриновой к-ты в дымящей азотной к-те; смесь органич. жидкостей с жидким воздухом и др.; в) твердые смеси—например обыкновенный дымный порох (смесь селитры, серы и угля); смеси твердых горючих веществ с бертолетовой солью; перхлоратные В. в. с аммонийной или калийной селитрой (вирит, гробойб, вестфалит, донарит и др.).

2. Сложные эфиры азотной кислоты: а) многоатомных алколей—нитроглицерин, нитроманнит, нитроглицоль и др.; б) углеводов—нитроклетчатка различного состава:  $C_{24}H_{29}(O \cdot NO_2)_{11}O_8$ ,  $C_{24}H_{30}(O \cdot NO_2)_{10}O_{10}$ ,  $C_{24}H_{31}(O \cdot NO_2)_9O_{11}$ .

3. Нитросоединения (преимущественно нитропроизводные ароматическ. соединений)—тринитробензол, тринитротолуол, пикриновая к-та, тетранитроанилин, тетрил, гексанит, динитробензол, динитронафталин, динитрофенол, динитротолуол и др.

4. Гремучие соли—гремучая ртуть, гремучее серебро.

5. Азиды—азид свинца  $PbN_6$ , азид серебра  $AgN_3$ .

В. в. должны обладать определенной чувствительностью, т. е. способностью воспринимать воздействие внешнего импульса того или другого рода, направленного сознательно к тому, чтобы их воспламенить и вызвать в них процесс взрывчатого разложения. Внешний импульс может быть следующих видов: а) тепловой импульс—нагревание В. в. до такой  $t^\circ$ , когда оно начинает уже подвергаться разложению;

на практике тепловой импульс может осуществляться в след. формах: нагревание без огня, нагревание пламенем, искра, вспышка небольшого заряда пороха, действие сильно накаливаемого предмета; б) механич. импульс—воздействие на В. в. ударом, трением, уколom, сильным сотрясением; в) воспламенение капсюлем-детонатором, заряженным гремучей ртутью, азидом свинца и вообще одним из т. н. иницирующих веществ; под влиянием импульса этого рода большая часть В. в. подвергается особому роду взрывчатого разложения, называемого детонацией и отличающегося наибольшей скоростью и наибольшим разрушительным действием; г) взрыв через влияние—состоит в том, что детонация заряда В. в. (активный заряд) может вызвать детонацию в другом заряде взрывчатого вещества (пассивный заряд), находящемся в некотором расстоянии от первого.

Для характеристики чувствительности В. в. чаще всего пользуются одним из двух способов, а именно определением  $t^\circ$  воспламенения или силы удара, необходимого для взрывания. Температура воспламенения определяется посредством нагревания небольшого заряда (0,1 г) в стеклянном цилиндре до получения вспышки. Определить  $t^\circ$  вспышки для ароматических нитропроизводных не представляется возможным, потому что они при нагревании плавятся, отчасти разлагаются, а затем воспламеняются и спокойно горят без взрыва. Наиболее важные взрывчатые вещества имеют следующие  $t^\circ$  воспламенения (в  $^\circ C$ ):

Пироксилин с 13% N	183—186
Нитроклетчатка с 12% N	186—190
Пироксилиновый бездымный порох	168—172
Нитроглицерин	160—220
Гремучий студень	180—200
Нитроглицерин. порох с 40% нитроглицерина	170—180
Динамит с 75% нитроглицерина	выше 220
Нитроманнит	160—170
Нитрокрахмал	170—175
Гремучая ртуть	160—165
Черный порох	выше 225
Азид свинца	» 225

Механическая стойкость В. в. исследуется обычно на копре, путем определения минимальной высоты падения груза определенного веса (2 кг, 10 кг), достаточной, чтобы взорвать данное вещество. В табл. 1 даны относительные величины механической стойкости, при чем стойкость пикриновой кислоты принимается за 100.

Табл. 1.—Относительные величины механической стойкости взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Относительная механич. стойкость	Взрывает от груза 2 кг при падении с высоты в см
Гремучая ртуть	10	2
Нитроглицерин	13	4
Азид свинца	20	—
Пироксилин (сухой)	23	20
Тетрил	70	40—65
Тетранитроанилин	86	—
Пикриновая к-та	100	35—95
Тринитрокрезол	101	30
Черный порох (мелкозернистый)	105	70
Тринитробензол	107	40—50
Тринитротолуол	115	60—90
Тринитросилол	120	170
Тринитронафталин	130	175

Химич. стойкость В. в. имеет очень важное значение с точки зрения безопасного хранения и неизменности их первоначальных качеств. Главнейшими причинами, влияющими на химическую стойкость, являются: с одной стороны—степень химич. чистоты В. в., получаемая при его фабрикации, в смысле отсутствия в нем нестойких примесей и свободных кислот, применявшихся при нитрации, а с другой—условия хранения этого В. в. как то:  $t^\circ$  хранилища и влажность воздуха. Наиболее употребительные методы определения химич. стойкости основаны главн. образом на определении времени начала разложения В. в., нагреваемого при некоторой определенной  $t^\circ$ . Из этих методов м. б. указаны следующие: 1) Проба Эбля—состоит в нагревании небольшой навески В. в. при  $65^\circ$ , при чем начало разложения характеризуется появлением бурой полоски на бумажке, пропитанной раствором иодистого калия и крахмального клейстера. Эта проба хороша для нитроглицерина. 2) Проба Вьеля с лакмусовой бумажкой—заключается в нагревании навески В. в. в закрытом стеклян. стаканчике при  $t^\circ$  от  $105$  до  $115^\circ$ . Признаком разложения считается окраска лакмусовой бумажки сначала в фиолетовый, затем в розовый и, наконец, в красный цвет. Способ применим для пироксилина и бездымного пороха. 3) Испытание по потере веса.—Навеску В. в. нагревают при разных  $t^\circ$  от  $75$  до  $110^\circ$ ; через определенные промежутки времени производят взвешивание и составляют кривую потери веса, по к-рой можно получить ясное представление о ходе разложения В. в. Этот способ хорошо применим к бездымным порохам, но требует много времени. 4) Проба Бергмана и Юнка—основана на количественном определении окислов азота, отделяемых В. в. при нагревании в течение известного времени при  $130$ — $132^\circ$  в закрытой стеклянной трубке. Кроме того практикуются: 5) Проба нагретым  $135^\circ$  до появления бурых паров окислов азота. 6) Проба, основанная на определении темп-ры в сыпых к-х при нагревании. 7) Проба Обермюллера, заключающаяся в определении скорости вытеснения газообразных продуктов разложения, и ряд др.

При изучении процесса взрывчатого разложения различных веществ на основании опытных данных, наибольшее значение имеют следующие характеристики: а) объем газообразных продуктов взрыва и уравнения разложения В. в.; б) теплота взрывчатого разложения и работа В. в.; в) максимальная температура взрыва; г) максимальное давление взрыва и д) скорость взрывчатого разложения (детонации).

Для определения объема и состава газообразных продуктов взрыва производят взрыв определенной навески вещества в особой калориметрич. или манометрич. бомбе и полученные продукты взрыва собирают в специальный газометр над ртутью, в котором измеряют точно их объем; затем делают анализ их обыкновенными методами газового анализа (см. *Анализ газов*), по данным которого составляют химич. ур-е взрывчатого разложения. В табл. 2 приведены вели-

чины объемов (в л) газообразных продуктов взрыва некоторых важнейших веществ на 1 кг, считая воду парообразной.

Табл. 2.—Объемы газообразных продуктов взрыва взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Объем газообр. продуктов взрыва
Коллоидный хлопок с 12% N . . . . .	974
Аммонийная селитра + 10% нитро-нафталина . . . . .	925
Тринитротолуол . . . . .	895
Пикриновая к-та . . . . .	877
Пироксилин с 13% N . . . . .	859
Нитроглиц. бездымный порох (40% нитроглицерина) . . . . .	340
Пироксилин. бездымный порох . . . . .	830
Нитроманнит . . . . .	723
Нитроглицерин . . . . .	712
Гремучий студень (7% коллоидного хлопка) . . . . .	710
Динамит с 75% нитроглицерина . . . . .	628
Гремучая ртуть . . . . .	314
Дымный порох . . . . .	285

Теплота взрывчатого разложения представляет большой интерес для характеристики В. в. в отношении запаса химич. энергии в них, а следовательно, и в отношении той работы, которую они могут производить при взрыве. Определение теплоты взрывчатого разложения производится в калориметрической бомбе Бертело (см. *Бомба калориметрическая*) обычными методами. В табл. 3 приводятся данные, касающиеся теплот взрывчатого разложения взрывчатых веществ, а также указана их потенциальная энергия (теплота взрыва, умноженная на механический эквивалент, т. е. на 426 ккал). В последней графе даны относительные величины тех же характеристики, принимая потенциальную энергию гремучего студня за 100. Теплоты взрыва даны для постоянного объема, считая воду жидкой.

Табл. 3.—Энергия важнейших взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Теплота взрыва в ккал	Потенц. энергия в ккал	Относит. величина
Гремучий студень с 7% коллоидного хлопка . . . . .	1640	700 000	100
Нитроглицерин . . . . .	1570	670 000	96
Динитроглицерин . . . . .	1250	534 000	76
Нитроманнит . . . . .	1520	645 000	92
Гурдинамит (с 75% нитроглицерина) . . . . .	1290	550 000	79
Желатинодинамит (с 62,5% нитроглицер.) . . . . .	1200	512 000	73
Нитроглиц. бездымный порох (с 42% нитроглиц.) . . . . .	1290	550 000	79
Пироксилин (с 13% N) . . . . .	1100	465 000	66
Пироксилинов. бездымный порох . . . . .	900	390 000	54
Коллоидн. хлопок (11%N) . . . . .	800	338 000	48
Пикриновая кислота . . . . .	810	345 000	49
Тринитротолуол . . . . .	750	310 000	44
Гексанитродифениламин . . . . .	830	354 000	51
Тетранитротетраметиланилин . . . . .	890	379 000	54
Дымный порох . . . . .	685	290 000	41
Шеддит (с 79% бертолетов. соли) . . . . .	1200	512 000	79
Аммонийная селитра . . . . .	630	265 000	38
Аммонийная селитра +10% нитронафталина . . . . .	930	385 000	58
Гремучая ртуть . . . . .	400	170 000	24
Азид свинца . . . . .	360	154 000	22

Для оценки В. в. в отношении имеющегося в них запаса энергии или производимой ими работы существует еще ряд практических методов, из которых наибольшее значение имеют проба Трауцля и проба баллистическим маятником.

Проба Трауцля заключается в том, что заряд В. в. весом в 10 г взрывают в свинцовом блоке цилиндрич. формы с камерой, имеющей глубину 12,5 см и диаметр 2,5 см; после взрыва делают измерение объема расширения, к-рый за вычетом объема начальной пустоты и служит мерой силы В. в. Опытные величины, полученные по этой пробе, приведены в табл. 4.

Табл. 4.—Проба Трауцля.

Взрывчатые вещества	Расширение в см <sup>3</sup>	Относит. величина
Нитроманнит . . . . .	650	125
Нитроглицерин . . . . .	600	115
Гремучий студень . . . . .	520	100
Пироксилин (с 13% N) . . . . .	470	81
Динамит с 75% нитроглиц. . . . .	350	67
Коллоидон. хлопок (с 12%N) . . . . .	250	48
Пикриновая к-та . . . . .	300	58
Тринитротолуол . . . . .	290	56
Тетрил . . . . .	375	72
Нитроглиц. бездымн. порох . . . . .	150	29
Пироксил. бездымн. порох . . . . .	150	29
Гремучая ртуть . . . . .	150	29
Черный порох . . . . .	30	6

Испытание на баллистическом маятнике, применяемое гл. образом к тем В. в., которые используются для горных работ, состоит в том, что из небольшой стальной пушки делают выстрел снарядом определенного веса в свободно подвешенную особую мортиру и определяют угол ее отклонения от вертикального направления. Относительные величины силы В. в. по этому испытанию довольно близко совпадают с результатами испытания по Трауцлю.

Максимальная  $t^\circ$  взрыва непосредственному измерению не поддается, и для определения ее прибегают к косвенному методу вычисления на основании теплот взрывчатого разложения. Если  $Q$  обозначает теплоту взрыва, а  $c$ —теплоемкость продуктов взрыва, то максимальная  $t^\circ$  взрыва  $T$  будет равна  $\frac{Q}{c}$ , а так как теплоемкость газообразных продуктов взрыва изменяется в зависимости от  $t^\circ$  по уравнению  $c=a+bT$ , то для вычисления максимальной  $t^\circ$  имеем уравне  $Q=aT+bT^2$ , из которого можно найти следующее выражение для максимальной  $t^\circ$ :

$$T = \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4bQ}}{2b}$$

Кoeff.  $a$  и  $b$  определяются в зависимости от состава газообразных продуктов взрыва, при чем для разных газов приняты следующие выражения теплоемкости (при постоянном объеме)  $c_v$  в зависимости от  $t^\circ$ : для CO, O, H и N теплоемкость  $c_v=4,8+0,001T$ , для CO<sub>2</sub> и водян. паров  $c_v=6,2+0,0025T$ . В табл. 5 даются результаты вычисленных т. о.  $t^\circ$  взрыва для важнейших В. в.

Максимальное давление в взрыве является одним из наиболее важных и характерных свойств В. в., и механическая

Табл. 5.—Температура взрыва важнейших взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Темп-ра взрыва в °C
Гремучий студень . . . . .	3 540
Нитроглицерин . . . . .	3 470
Нитроманнит . . . . .	3 430
Динамит с 75% нитроглицерина . . . . .	3 160
Нитроглицериновый бездымный порох . . . . .	2 900
Пироксилин с 13% N . . . . .	2 710
Пироксилиновый бездымный порох . . . . .	2 400
Коллоидонный хлопок (с 12% N) . . . . .	1 940
Аммонийная селитра+10% нитронафталина . . . . .	2 120
Пикриновая к-та . . . . .	2 430
Тринитротолуол . . . . .	2 200
Дымный порох . . . . .	2 770
Тетрил . . . . .	3 370
Гремучая ртуть . . . . .	3 530

работа, совершаемая различными В. в. при взрыве, находится в непосредственной зависимости от величины этого максимального давления и от закона развития его во времени. Пороха, применяемые для стрельбы из огнестрельного оружия, должны обладать способностью сравнительно медленного, прогрессивного нарастания давления, между тем как у В. в., применяемых для подрывных работ, наоборот, это давление может достигать своего максимального значения почти мгновенно, чем и объясняется их сильное разрушительное, так называемое бризантное действие. Для непосредственного измерения давлений, развиваемых при взрыве, имеются особые манометрические бомбы, снабженные манометром или другими приспособлениями, при чем удается производить опыты с плотностями заряджания до 0,3—0,4, получая давления до 3 000—4 000 atm. Наиболее употребительна для этой цели манометрическая бомба Сарро и Вьелля, в которой максимальное давление взрыва определяется по величине обжатия так называемого крешерного медного цилиндрика определенных размеров, при чем эти цилиндрики заранее калибруются.

Табл. 6.—Давление и скорость горения некоторых взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Плотн. заряжания	Время верава в сек.	Максим. давление в atm
Дымный порох (мякоть) . . . . .	0,7	0,00165	3 480
Дымный порох ружейный . . . . .	0,7	0,00223	3 480
Пироксилин (в порошок) . . . . .	0,2	0,00001	2 010
Динамит с 75% нитроглиц. . . . .	0,3	0,00025	2 220
Пироксилиновый бездымный порох (руж.) . . . . .	0,25	0,00180	2 600
Нитроглицериновый бездымный порох (пуш.) . . . . .	0,18	0,00550	2 180

Если обозначить буквами  $P$  и  $E$  величины давления и соответствующего обжатия крешерного цилиндрика, то зависимость между ними выражается линейным уравнением  $P=K_0+KE$ , где  $K_0$  и  $K$ —некие постоянные коэфф-ты. Манометрическая бомба снабжается специальным приспособлением для автоматической записи всего хода развития давления во времени, и таким обр. попутно с измерением давления взрыва определяется скорость горения, за к-рую принимают

время, необходимое для достижения наибольшего давления. Некоторые частные примеры наибольших давлений и скорости горения В. в. даны в табл. 6.

Специальными опытами подводных взрывов выяснено, что в действительности, при повышении плотности заряжания до гравиметрической плотности В. в., максимальные давления взрыва могут достигать значительно больших величин; например, пироксилин по этим опытам дает максимальное давление около 14 000—15 000 *atm*.

Помимо прямого экспериментальн. определения давлений, развиваемых при взрыве, можно определять их вычислением, для чего, по законам физики, можно вывести следующее уравнение Эбля:

$$P = \frac{F\Delta}{1-\alpha\Delta},$$

где  $P$  — максимальное давление,  $F$  — сила взрывчатого вещества,  $\alpha$  — общий объем продуктов взрыва,  $\Delta$  — плотность заряжания.

Детонация представляет собою особый род взрывчатого разложения, которое происходит при воспламенении В. в. капсюлем-детонатором, заряженным гремучей ртутью или азидом свинца. Этим способом воспламенения можно совершенно изменить процесс обычного горения всех В. в. и получить громадные скорости взрывчатого разложения, которые достигают нескольких км в секунду, как это видно из табл. 7:

Табл. 7.—Скорость детонации некоторых взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Скорость детонации в м/сек
Дымный порох	400
Пироксилин (с 13% N)	6 300
Нитроглицерин	7 450
Гремучий студень	7 800
Гурдинамит (с 75% нитроглиц.)	6 850
Гремучая ртуть	6 500
Пикриновая к-та	7 100
Тринитротолуол	6 700
Тринитробензол	7 000
Тринитрокрезол	6 850
Тетрил	7 200
Аммонал	5 400

Для опытного измерения скорости детонации существует ряд специальных аппаратов и приемов; наиболее употребительны измерения по способу Меттеганга или Дотриша.

При детонации достигается наибольшее разрушительное действие, а потому она находит широкое применение там, где такое действие требуется: в артиллерийских снарядах, минах морских и сухопутных, ручных гранатах и пр., а также для мирных целей, указанных выше. Для объяснения явления детонации принята особая теория «взрывной волны», которая состоит в следующем. При воспламенении В. в. капсюлем-детонатором находящиеся под непосредственным действием его частицы В. в. подвергнутся резкому удару продуктов взрыва капсюля, при чем живая сила удара превращается в теплоту, под влиянием которой В. в. мгновенно нагревается до очень высокой  $t^\circ$  и вместе с тем подвергаются мгновенному взрывчатому разложению. Эти три

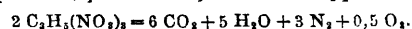
последовательно развивающиеся явления — механический удар, превращение живой силы удара в теплоту и происходящее под влиянием ее мгновенное химическое разложение — и составляет взрывную волну. Возникнув в одной точке заряда В. в., она в кратчайший промежуток времени распространяется по всей массе заряда в указанной последовательности поименованных процессов, вызывая мгновенное взрывчатое разложение всей его массы.

В случае применения В. в. для подземных взрывов часто встречается необходимость определить заранее размер получаемой при этом воронки взрыва; для этой цели можно воспользоваться формулой  $l = k\sqrt{P}$ , где  $P$  — вес заряда В. в. в кг,  $l$  — глубина воронки в м, а  $k$  — практический коэфф., который в среднем м. б. принят равным 0,3, а при очень мягком грунте 0,6. При производстве детонации заряда достаточной силы в окружающей среде распространяется сильное волнообразное движение, которое по мере удаления от места взрыва постепенно ослабевает. Опыт показывает, что под влиянием этого волнообразного движения (т. н. «удара взрыва») может произойти детонация другого заряда В. в., находящегося на некотором расстоянии (см. выше, взрыв через влияние). Опыт показывает, что дальность передачи детонации  $L$  находится в зависимости от природы В. в. и веса его активн. заряда  $P$ , которые можно связать ф-лой  $L = KV\sqrt{P}$ . Константа  $K$  для бризантных веществ м. б. принята равной 10, если  $P$  выразить в кг и  $L$  в м. В новейшее время найдено, что эта зависимость должна быть выражена формулой  $L = K\sqrt{P}$ , но на практике пока пользуются предыдущей формулой.

В зависимости от практическ. применения В. в. можно разделить на три класса: 1) пороха — для стрельбы из огнестрельного оружия; 2) бризантные В. в. — для подрывных работ и снаряжения артиллерийских снарядов, мин и прочих боевых припасов; 3) иницирующие В. в. — для воспламенения и детонации других В. в.

1) Пороха — см. *Бездымный порох* и *Дымный порох*.

2) Бризантные В. в. Из большого числа известных в технике В. в. ниже дается описание лишь некоторых наиболее важных (см. также *Нитроклетчатка*). Н и т р о г л и ц е р и н  $C_3H_5(NO_3)_3$  представляет собой сложный эфир азотной кислоты и глицерина и получается обработкой последнего смесью азотной и серной кислот с последующей промывкой и другими способами очищения. По виду он представляет собой бесцветную маслянистую жидкость, уд. веса 1,735, затвердевающую при температуре ниже  $+13^\circ$ ; в затвердевшем состоянии он образует два видоизменения: ромбические листочки с  $t_{пл.} + 2^\circ$  и призматические иглы с  $t_{пл.} + 13,2^\circ$ . Главная масса нитроглицерина идет на фабрикацию динамитов различного состава (см. *Динамиты*), а также на производство пироксилиново-нитроглицериновых бездымных порохов. Взрывчатое разложение нитроглицерина выражается уравнением:



Как в свободном состоянии, так и в виде динамитов нитроглицерин легко детонируется капсюлем. Одно из важных преимуществ нитроглицерина — в том, что при взрыве он не дает никаких ядовитых газов и потому хорошо применим для подземных горных работ. Пикриновая кислота  $C_6H_2(NO_2)_3OH$  представляет собой тринитрофенол и получается нитрованием фенола  $C_6H_5 \cdot OH$  в присутствии серной кислоты с последующей промывкой и кристаллизацией из горячей воды. Она имеет вид блестящих желтых листочков, которые немного растворимы в воде и значительно лучше — в бензоле; кожу человека и вообще животные ткани пикриновая кислота окрашивает в желтый цвет. При нагревании до  $122,5^\circ$  она плавится без разложения, благодаря чему ею пользуются для заполнения в расплавленном состоянии бризантных бомб и снарядов; при таком применении она получает названия м е л и н и т а, л и д д и т а, ш и м о з ы и др. Уд. в. чистой пикриновой кислоты 1,81, для технич. же продуктов — около 1,7. Пикриновая к-та довольно легко образует ряд металлч. производных, называемых п и к р а т а м и, к-рые отличаются значительно большей чувствительностью к удару, что видно из следующих данных относительной механич. стойкости на копре:

Вещества	Пикринов. кислота	Пикрат аммония	Пикрат цинка	Пикрат натрия	Пикрат меди	Пикрат серебра	Пикрат свинца
Относительная механическая стойкость	100	120	107	92	89	74	18

Плавная и затвердевшая пикриновая к-та с трудом детонируется капсюлем с гремучей ртутью и требует специального взрывателя. В продуктах ее взрыва содержится большое количество  $CO$ , и они очень ядовиты; состав продуктов взрыва при плотности заряжания в 0,3 следующий:

Газы	$CO_2$	$CO$	$CH_4$	$H_2$	$N_2$
Объемн. %	20,5	48,8	7,8	3,1	19,8

Д и н и т р о ф е н о л  $C_6H_3(NO_2)_2OH$  получается нитрацией фенола через моонитрофенол и представляет собой твердое кристаллическое вещество с  $t_{пл}^{\circ}$   $114^\circ$ , растворимое в эфире и горячем алкоголе; с металлами образует взрывчатые соли, применяемые для взрывчатых смесей с аммонийной селитрой. Т р и н и т р о к р е з о л  $C_6H(NO_2)_3(CH_3)OH$  применялся прежде во Франции под названием к р е з и л и т а для замены мелинита, но в последнее время и мелинит и крезилит были вытеснены в военной технике тротилом. Т р и н и т р о т о л у о л (тротил)  $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$  получается нитрацией толуола  $C_6H_5 \cdot CH_3$  и представляет собой светложелтые кристаллы с  $t_{пл}^{\circ}$   $81^\circ$  и уд. в. 1,66. Он не образует с окислами металлов металлч. производных, что значительно облегчает обращение с ним и делает его более безопасным. Это свойство тротила, в связи с более низкой  $t_{пл}^{\circ}$ , и большей дешевизной, позволило ему вытеснить пикриновую кислоту как вещество для снаряжения артиллерийских боевых припасов. При воспламенении тротил горит коптящим пламенем и плавится без взрыва; под влиянием сильного капсюля-детонатора и специально-

го взрывателя детонирует, уступая, однако, по силе взрыва процентов на 10 пикриновой кислоте. Продукты детонации тротила имеют следующий состав:  $CO_2$ —3,7%,  $CO$ —70,5%,  $N_2$ —19,9%,  $H_2$ —1,7% и твердый уголь—4,2%.

Помимо применения тротила в чистом виде он входит в ряд смешанных В. в. — а т о л а, а м м о н а л а, а с т р а л и т а, р о б у р и т а, с а б у л и т а, м а к а р и т а и д р у г и х. Д и н и т р о т о л у о л  $C_6H_3 \cdot CH_3(NO_2)_2$  получается нитрацией моонитротолуола. Технический продукт — твердое кристаллическое вещество с  $t_{пл}^{\circ}$   $66—68^\circ$ , нерастворимое в воде, трудно растворимое в холодном алкоголе и легко — в горячем алкоголе, эфире, бензоле. Применяется как составная часть хлоратных В. в., например шеддита. Т е т р а н и т р о а н и л и н  $C_6H(NO_2)_4NH_2$  — продукт нитрации нитроанилина, получаемого частичным восстановлением динитробензола, представляет собою желтый кристаллический порошок, который при  $210—212^\circ$  плавится с частичным разложением; уд. в. 1,867. Легко детонирует от капсюля гремучей ртути и имеет высокую скорость детонации. Практич. применение его ограничено вследствие того, что он менее постоянен в химич. отношении, чем тротил, и довольно легко гидролизуется водой. Т е т р а н и т р о м е т и л а н и л и н  $C_6H_2(NO_2)_3N \begin{matrix} < \\ CH_3 \\ NO_2 \end{matrix}$

(тетрил) получается растворением метиланилина и диметиланилина в серной кислоте и дальнейшей нитрацией полученного раствора азотной к-той. В чистом виде он представляет белый кристаллический порошок, который плавится с небольшим разложением при  $131,5^\circ$ ; благодаря малой прочности его на практике не плавят, а применяют в прессованном состоянии (до плотности 1,68). В этом виде он значительно чувствительнее пикриновой кислоты и, взрываясь от капсюля-детонатора гремучей ртути, имеет очень высокую скорость детонации. Применяется гл. обр. в комбинированных капсюлях-детонаторах с гремучей ртутью, а также для снаряжения специальных взрывателей в бризантных снарядах как промежуточный заряд между тротилом и капсюлем-детонатором. Д и н и т р о н а ф т а л и н  $C_{10}H_6(NO_2)_2$  получается нитрацией  $\alpha$ -нафталина смесью азотной и серной к-т. Технический продукт — твердое вещество с  $t_{пл}^{\circ}$   $138—140^\circ$ , мало растворимое в алкоголе и эфире, хорошо — в ксилоле, бензоле и ацетоне; входит в состав В. в., получаемых на основе аммонийной селитры (состав Ф а в ь е, ш н е й д е р и т и а м м о н и т, а н т и г р и з у т и т Ф а в ь е и др.), и в большинстве хлоратных В. в. Г е к с а н и т, гексанитродифениламин  $[C_6H_2(NO_2)_2]_2NH$ , тонкий желтый кристаллич. порошок, почти нерастворимый в воде, трудно растворимый в жидких ароматических соединениях (нитробензол, толуол); разлагается при  $195^\circ$ , воспламеняется при  $250—255^\circ$ . По чувствительности к удару и трению он близок к мелиниту, употребляется в прессованном виде. В. в. с а м м о н и й н о й с е л и т р о й представляют разнообразные смеси из селитры  $NH_4NO_3$  и различных веществ,

главн. обр. органич. природы, напр. низших нитропроизводных, древесной муки, смолы и т. п. Наиболее ранние по времени появления вещества этого рода — известные составы Фавье, состоявшие вначале из смеси аммонийной селитры, парафина и смолы, а затем получившие значительно более разнообразный состав. В войне 1914—1918 гг. для снаряжения бризантных снарядов очень широко пользовались смесями аммонийной селитры и тротила под названием а м а т о л а (60% тротила и 40% аммонийной селитры). Эти смеси имеют большое практич. значение, давая возможность значительно сократить расход тротила. К разряду В. в. на базе селитры относятся: в е с т ф а л и т (аммонийная или калийная селитра и смола), д о н а р и т (аммонийная селитра, тротил, нитроглицерин с нитроклетчаткой, мука), к а р б о н и т ы (аммонийная селитра, калийная селитра, мука, взрывчатые желатины), а н т и г р и з у т и т Ф а в ь е (аммонийная селитра, динитронафтол, хлористый аммоний), а б е л и т ы (аммонийная селитра, динитробензол, поваренная соль), а м м о н и т ы (аммонийная селитра, динитронафтол, хлористый калий), а с т р а л и т ы (алюминиевые сплавы, тротил, нитроглицерин, парафиновое масло и др.) и т. д. В. в. с б е р т о л е т о в о й с о л ь ю — смеси ее с различными горючими веществами. Одним из наиболее известных веществ этого рода является ш е д д и т состава: 79% бертолетовой соли, 1% нитронафталена, 15% динитротолуола и 5% касторового масла. В. в. с жидким воздухом получаются при смешении его с различными горючими веществами, напр. пробковым углем, сажой, пробковой мукой и т. п. Эти смеси сохраняют взрывчатые свойства в течение 15—30 мес.; будучи своевременно взорваны капсуле-детонатором, детонируют с такой же силой, как хорошие динамиты. Они начинают довольно широко применяться в настоящее время в горных работах.

3) И н и ц и р у ю щ и е в е щ е с т в а. Г р е м у ч а я р т у т ь  $HgC_2N_2O_2$  получается растворением металлич. ртути в азотной кислоте и вливанием этого раствора в винный спирт; по окончании реакции из раствора выделяются беловато-серые иглы гремучей ртути. Она представляет собой твердое кристаллич. вещество металлического вкуса, подобно ртути — ядовитое; уд. в. 4,4. Очень легко детонирует от нагревания, удара, трения, укола и потому издавна находит себе применение, как инициирующее вещество, для снаряжения капсулей-детонаторов, а также входит во многие ударные капсульные составы. Взрывчатое разложение гремучей ртути представляется ур-ием:

$$HgC_2N_2O_2 = Hg + 2CO + N_2.$$

Азиды, или соли азотистоводородной к-ты  $HN_3$ , в последнее время получают распространение для производства капсулей-детонаторов вместо гремучей ртути. Важнейшим представителем этого рода веществ является азид свинца, состава  $PbN_6$ , к-рый получается реакцией обменного разложения из азотнокислого свинца  $Pb(NO_3)_2$  и азид натрия  $NaN_3$ . Он применяется в капсулях-детонаторах в прессованном состоянии. Азид

свинца обладает значительно большей силой, чем гремучая ртуть, вследствие чего заряд его в капсуле-детонаторе можно брать значительно меньшего веса. Взрывчатое разложение азид свинца происходит по уравнению:  $PbN_6 = Pb + 3N_2$ .

Лит.: Сапожников А. В., Теория взрывч. веществ, 2 изд., Л., 1926; Солоница А., Технология взрывч. веществ, ч. I—V, Л., 1925; Броунс С. А., Технология пороха, Л., ч. I, 1925, ч. II, 1927; Кочкин Н. А., Взрывчатые вещества, Л., 1924; K a s t H., Spreng- u. Zündstoffe, Braunschweig, 1921; B r u n s w i g H., Die Explosivstoffe, 2 Aufl., B., 1914; W e i s s - H e b e n s t r e i t, Sprengmittel und Sprengarbeiten, München, 1920; L i s s e L., Das Sprengluftverfahren, Berlin, 1924; M a r s h a l l A., Explosives, v. 1—2, L., 1917; F a r m e r R. C., The Manufacture a. Uses of Explosives, N. Y., 1921. **А. Сапожников.**

**ВЗРЫВЫ.** 1) В. на военно-химических заводах. В. на з-дах пороховых, взрывчатых веществ и снаряжательных представляют явление неизбежное по самому характеру технологическ. процессов, сопровождающих эти производства. Путем рационального оборудования и правильной организации производства можно значительно сократить число В., ограничить их размеры и ослабить последствия; в 1915 году В. на Охтенском заводе повлек за собою свыше 100 жертв; в 1917 г. на Казанском складе огнестрельных припасов и на соседнем пороховом заводе взорвались два хранилища с 1 000 т и 500 т бездымного пороха; в 1921 году взорвалось 3 500 т аммиачной селитры, смешанной с сернокислым аммонием, при дроблении этой массы динамитными патронами в Оппау (в Германии), погибло около 500 чел.; в 1923 г. на складах бездымного пороха в м. Ольд-Гикори (С.-А. С. Ш.) пожар уничтожил ок. 16 600 т бездымного пороха без всякого взрыва.

Были установлены следующие три группы случаев В.: а) случаи по независящим от человека причинам — молния, электрич. искры и разряды, а также по неожиданным причинам — неисправность в оборудовании, неправильность в ведении производства, недостаточное знакомство со свойствами вновь вырабатываемого вещества и др.; б) случаи неосторожного обращения со взрывчатыми и вообще опасными веществами — курение табака, нарушение элементарных правил безопасности; в) злой умысел — поджог, умышленная порча оборудования и т. п. Пожар склада бездымного пороха в Ольд-Гикори был вызван самовозгоранием старого бездымного пороха.

В целях предупреждения пожаров и взрывов на военно-химич. заводах и максимального ослабления их последствий необходимо соблюдение следующих условий: 1) рациональное, с точки зрения безопасности, оборудование завода; 2) строгое соблюдение правил о предельных количествах взрывчатых веществ, допускаемых к хранению в отдельных мастерских, и о безопасных расстояниях между последними; 3) выработка точных инструкций для всех родов опасных работ и тщательное ознакомление мастеров и рабочих в опасных мастерских как с правилами работы, так и с наиболее вероятными причинами несчастных случаев; 4) строгая дисциплина и надзор за тщательным выполнением всех правил по устройству заводов взрывчатых веществ и в отношении

порядка работы на них; 5) научная разработка всех процессов фабрикации каждого отдельного взрывчатого вещества с целью усовершенствования самих методов работы и уменьшения свойственной ей опасности.

2) В. на военных судах м. б. двух родов: 1) случаи во время стрельбы, связанные с преждевременным разрывом снарядов или пушки; 2) случаи, вызванные пожарами и взрывами в имеющихся на судах хранилищах для пороха и боевых припасов. Эти последние взрывы значительно участились со времени введения бездымных порохов.

Борьба с катастрофами на судах ведется в следующих направлениях: а) усиление химической стойкости бездымных порохов с целью сделать их способными выдерживать продолжительное хранение без разложения; б) устройство для бездымного пороха и содержащих его боевых припасов на военных судах хранилищ, в к-рых можно поддерживать постоянную и умеренную температуру (не выше 20°); в) строгое соблюдение условий совместного хранения боевых припасов на военных судах, не допуская, напр., совместного хранения порохов бездымных и бризантных веществ, взрывателей и капсюлей-детонаторов совместно с боевыми припасами, сигнальных ракет—со взрывчатыми и боевыми припасами и т. п.; г) установление регулярного контроля состояния боевых припасов и, в частности, бездымных порохов с тем, чтобы удалять своевременно все боевые припасы, внушающие сомнение в достаточной стойкости их; д) соблюдение строжайшей дисциплины в деле хранения боевых припасов на военных судах и при обращении с ними.

Лит.: D a n n e v i l l e M., Les poudres de la guerre et de la marine, P., 1913. А. Сапожников.

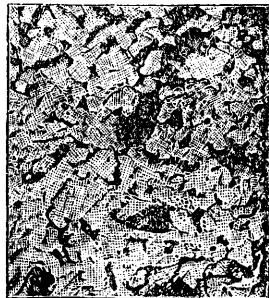
**ВЗРЫВЫ ПАРОВЫХ КОТЛОВ**, разрушение стенок котла, при котором получается мгновенное выравнивание давления внутри котла и атмосферного давления, при чем нагретая в котле вода также мгновенно переходит в парообразное состояние и ее огромная потенциальная энергия превращается в энергию кинетическую. Статистические данные о В. п. к. в разных странах показывают, что около 60% таких взрывов происходит от неудовлетворительности ухода и чистки. Так, за 1925 и 1926 гг., в Германии В. п. к. по причинам распределяются след. образом: от недостатков конструкции, материала и установки—24%, от упуска воды в котле—39%, от разъедания и перегрева стенок—23% и от различных других причин—14%. Данные о В. п. к. во Франции за период с 1880 по 1900 год, опубликованные в «Annales des Mines», также подтверждают, что наибольшее число взрывов происходит вследствие плохого ухода за котлами. Так, напр., за период 1895—1900 гг. В. п. к. распределялись по причинам след. образом: от недостатков конструкции и установки—14%, от неудовлетворительности ухода и чистки—55%, от понижения уровня воды—6%, от превышения давления—5% и от различных других причин—20%.

Сила взрыва и вызываемые им разрушения зависят от величины водяного пространства котла и  $t^\circ$  нагретой воды. Поэтому

В. п. к. с большим водяным пространством (напр. цилиндрических котлов) являются наиболее тяжелыми по своим последствиям.

В настоящее время, несмотря на применение более высоких давлений, взрывы паровых котлов происходят реже и менее опасны по своим последствиям, чем прежде, что можно объяснить: изданием почти во всех

странах правил и норм, которые регулируют постройку новых котлов и надзор во время работы; улучшением конструкций котлов, качества котельного материала (фиг. 1) и методов его обработки; все растущим применением водотрубных котлов (т. е. котлов более производительных, но с малым, сравнительно,



Фиг. 1. Нормальная микроструктура котельного железа.

водяным пространством); усовершенствованными способами исследования причин самих взрывов и, наконец, поднятием уровня квалификации кочегаров.

**Причины В. п. к.** Эти причины могут быть подведены под две категории: 1) причины, не зависящие от кочегара—недостатки конструкции и установки, неудовлетворительность ремонта котла (плохая склепка, сварка и т. п.) и малая прочность материала; 2) причины, зависящие от кочегара—плохое состояние котла и его арматуры, повышение давления выше дозволенного, понижение уровня воды, которое может повести к раскаливанию стенок котла.

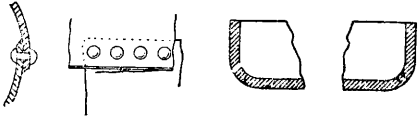
1. Недостатки конструкции и материала. Ряд взрывов, имевших место в последнее время, произошел из-за опасных напряжений в материале котла при его нагреве вследствие нерациональных соединений, ненужного утолщения материала, нагрева частей парового пространства, находящегося в соприкосновении с газами высокой температуры, плохой циркуляции воды и прочих дефектов в конструкции котла.



Фиг. 2.

Вследствие неравномерного нагревания стенок котла последние деформируются и прогибаются, особенно сильно деформируются кромки днищ. Такую же угрозу в отношении взрывов представляют днища, имеющие нерациональную выпуклость, а также и плоские днища, в которых кромка загнута под прямым углом. К недостаткам конструкции должны быть также отнесены: неточная пригонка листов, неумелая склепка листов и целый ряд других дефектов. Обычно большинство этих дефектов дает себя знать в виде отдулин и трещин (фиг. 2, 3 и 4). В этом случае д. б. приступлено

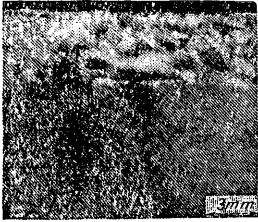
к основательному ремонту в целях устранения указанных причин. Днища неправильной конструкции должны быть заменены



Фиг. 3.

Фиг. 4.

другими согласно новейшим нормам. Одной из лучших мер для предупреждения В. п. к. является применение при их постройке или ремонте высококачественного материала и правильная обработка этого материала. При неправильной обработке в листах получаются вредные остающиеся напряжения, могущие, при случайном возникновении других дефектов (например перегрева или разъедания материала), повлечь за собой взрыв котла. Превращение структуры котельного железа в крупнозернистую из-за перенапряжения и последующего нагрева до 600—700° представлено на фиг. 5.

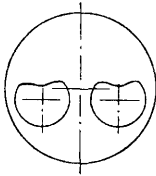


Фиг. 5.

2. Избыток давления, если он не является результатом упущения со стороны котелара, может произойти из-за неправильной нагрузки предохранительного клапана или недостаточных размеров последнего.

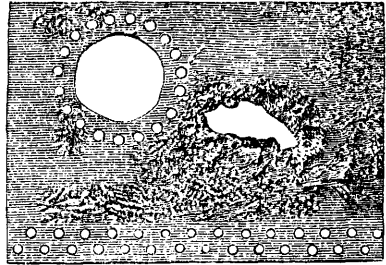
3. Недостаток воды в котле может произойти гл. обр. вследствие плохого состояния или неправильного функционирования водоуказательных и питательных приборов. Особенно опасен недостаток воды в котлах с жаровыми трубами, так как перегрев жаровых труб ведет к их смятию и возможному разрушению (фиг. 6). При обнаружении недостатка воды в котле необходимо немедленно выгнать огонь из топki и изолировать котел закрытием парового и питательного кранов. Только по обнаружении недостатков и устранении их можно приступить к наполнению котла водой.

4. Разъедания стенок котлов бывают внутренние и наружные. а) Внутренние разъедания являются результатом окисления под влиянием кислот или воздуха. В питательной воде нередко бывают растворены хлористые соли магния, кальция и натрия, которые, разлагаясь при сравнительно низкой температуре, образуют соляную кислоту, быстро разъедающую стенки котла. Весьма опасны также сернистые соли железа, алюминия и магния; разрушительное влияние первых двух солей особенно заметно в случае образования накипи в определенных местах котла, т. е. в таких местах, вследствие скопления тепла, происходит разложение этих солей и образование свободной серной к-ты, разъедаю-



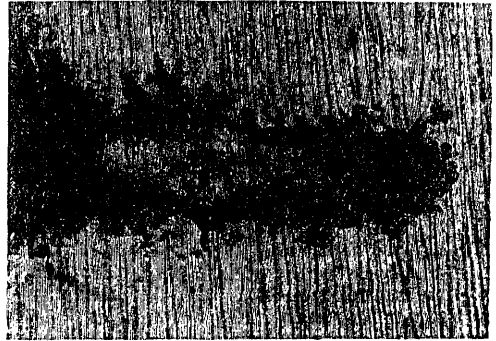
Фиг. 6.

щей стенки котла (фиг. 7). Вредное влияние такой питательной воды обнаруживается обыкновенно по течу у кромок листов и около заклепок. Воздух, растворенный в воде, может раздеть стенку котла до трещины в том случае, если напряжение металла выше предела упругости (фиг. 8). В последнее время проф. Парр (С.-А. С. Ш.), основываясь на ряде изысканий, выдвинул так наз. щелочную гипотезу, специально касающуюся разрушения заклепочных соединений под влиянием щелочей. Согласно этой гипотезе, имеющиеся в питательной воде



Фиг. 7. Местное внутреннее разъедание под накипью.

щелочи, в особенности едкий натр, проникают в заклепочные швы, под заклепочные головки и т. д. и концентрируются там; при этом, при наличии в материале напряжений, превышающих предел его текучести, щелочи делают металл ломким и тем вызывают в нем разрушения; образующиеся при этом трещины идут обыкновенно от одной заклепочной дыры к другой, но никогда не заходят дальше заклепочного шва. Предпосылками для этой гипотезы являются, т. о., два условия: сильная концентрация

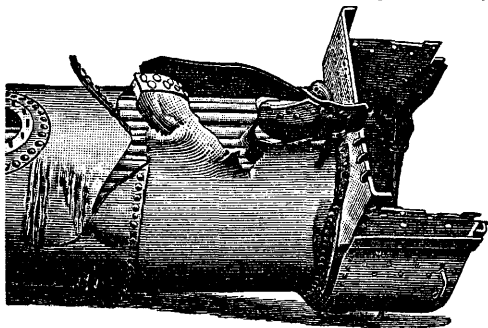


Фиг. 8.

щелочи в заклепочных швах и перенапряжение материала. Первая предпосылка, предполагающая, что все заклепочные соединения неплотны (иначе в них не могла бы проникнуть питательная вода), еще оспаривается германской школой, возглавляемой проф. Бауманом; вторая же предпосылка не встречает возражений, так как проф. Бауман также устанавливает, что напряжения в котельных швах иногда превышают предел текучести материала. Для предупреждения всех этих видов разъедания питательную воду, до поступления ее в котел, нейтрализуют путем соответственной очистки или



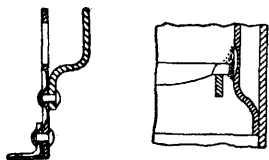
своевременно удаляют отложения и накипи. Внутренние разъедания могут быть вызваны также применением конденсационной воды, содержащей смазочное масло. Жировые отложения на стенках котла, препятствуют



Фиг. 9.

прохождению тепла в водяное пространство, вызывают перегрев материала и образование кислот. Паровозный котел, взорвавшийся вследствие внутреннего разъедания, представлен на фиг. 9.

б) Наружные разъедания происходят под влиянием кислорода, действующего в присутствии влаги на наружную поверхность котла. Одной из более частых причин наружных разъеданий служит неудовлетворительная скленка или плохая чеканка. Образующаяся в результате этого течь обнаруживается при гидравлич. пробе котла. Наиболее надежной мерой м. б. переклейка нескольких заклепок. Другая форма наружного разъедания наблюдается в locomotive котлах с внутренней топкой, а именно—в пижней части их, соприкасающейся с решеткой, где присутствие золы, жадно поглощающей влагу, вызывает окисление стенок (фиг. 10). Меры противодействия: систематическ. очистка ниж-

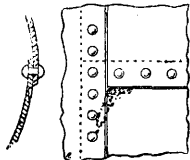


Фиг. 10.

ней поверхности стенок котла и своевременное удаление золы. Далее, разъедание может происходить, если котел опирается непосредственно на кирпичную кладку, так как просачивающаяся через нее вода может вызвать проржавление стенок котла. Поэтому котлы опирают на чугунные балки или железные рельсы или возводят кладку на цементе. Особенную опасность могут представить заклепочные швы, закрытые обмуровкой, как затрудняющие их осмотр. Причиной наружного разъедания служит также неправильная конструкция и плохая приладка арматуры, в особенности клапанов, что может привести к опасной течи. Наконец, причиной разъеданий могут служить сернистые газы (сернистый ангидрид, сульфаты и т. п.), выделяемые топливом и вызывающие быстрое разрушение заклепочных соединений (фиг. 11). Меры противодействия: переход на другое топливо и подчеканка или переклейка дефектных швов.

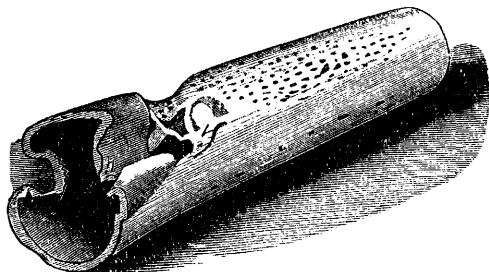
5. Накипь препятствует прохождению тепла в водяное пространство и ведет к

полному разрушению отдельных частей котла, вызывая опасность в отношении взрывов (фиг. 12). Одной из более рациональных мер для предупреждения образования накипи является очистка питательной воды до поступления ее в котел. Очистка эта может производиться механическим или химическим способами. Механич. способ состоит в улавливании в особом сосуде примесей, при чем те из них, которые тяжелее воды, непосредственно осаждаются; те же, к-рые легче воды, задерживаются в



Фиг. 11.

фильтре, наполненном слоем гравия или кокса (фильтр типа Рейзерта). Химич. очистка производится в специальных приборах (напр. системы Дерво), где питательная вода, в зависимости от ее состава, обрабатывается различными реактивами: известью—для осаждения кальции, далее содой, а в последнее время и пермутитом (глиноземистым силикатом)—для превращения нерастворимых сернокислых солей извести в сернокислую соль натрия, обладающую большой растворимостью в воде. Потребность в очистке питательной воды зависит от системы котла, характера его работы и степени его форсировки. Для котлов с большим водяным пространством очистку питательной воды можно считать необходимой, если жесткость ее превышает 12 германских градусов (1 герм. градус жесткости соответствует содержанию 1 г СаО в 100 л воды). Для тех типов котлов, при которых удаление накипи встречает затруднение, очистка воды настоятельно рекомендуется уже при 6—7 германских градусах. Другой весьма рациональный, но дорогой способ очистки воды состоит в ее выпаривании и осажении получаемого пара в выпарных аппаратах. Способ этот находит в последнее время применение, кроме судовых котлов, еще и для стационарных паровых установок, в особенности при наличии паровых турбин. Т. к. в последнем случае конденсат может служить для питания котла, то необходимо очистить примерно только 5—15% всего количества питательной воды. Из



Фиг. 12. Разъедание стенок дымогарной трубы из-за накипи.

других мер для предупреждения образования накипи можно указать на систематич. продувку котла и, наконец, на устройство циркуляции, к-рая обеспечивает отложение осадков в назначенных для этого местах.

6. Ослабление материала после продолжительной службы котла. После продолжительной работы материал котла перерождается. Хотя вопрос о старении (утомлении) котельного материала еще не решен окончательно, однако не подлежит сомнению, что он со временем теряет свои первоначальные свойства и, прежде всего, необходимую вязкость. Кроме того, со временем толщина листов, в результате ржавления, уменьшается, и возникают дефекты в заклепочных соединениях, например ослабление их и т. п.

**Меры борьбы со В. п. к.** Эти меры могут быть разбиты на две категории: 1) меры, предпринимаемые во время службы котла—своевременное устранение обнаруживаемых дефектов, являющихся часто предвестниками взрыва (меры эти были указаны при рассмотрении отдельных причин В. п. к.); 2) меры законодательного характера: а) нормы, регулирующие постройку паровых котлов в отношении качества материала, исследования материала и методов его обработки; б) обязательные постановления и правила, регулирующие надзор за паровыми котлами.

а) Нормы, регулирующие постройку паровых котлов. Применение для котлов высоких давлений, доходящих до 50—100 *atm*, и высоких *t°* перегрева пара, достигающих 400°, вызвало необходимость пересмотреть уже существующие в некоторых странах нормы по постройке паровых котлов и издать взамен их новые. Т. о. существовавшие в Германии вюрцбургские и гамбургские нормы, изданные в последних годах прошлого и в первых годах нынешнего столетия, были заменены новыми нормами, вошедшими в законную силу 12 октября 1926 г. Согласно новым нормам, материалы, идущие на постройку паровых котлов, должны быть освидетельствованы экспертами, которые выдают соответственные удостоверения. Кроме прочности на разрыв и допускаемого удлинения для различных материалов, применяемых в котлостроении, новые нормы устанавливают, что особенно важно, минимальные пределы для радиусов бортов днищ, так как неправильная форма днищ часто служила причиной взрывов. Такие же нормы изданы в 1924 г. в С.-А. С. Ш. Новые американские нормы различают огневые и бортовые листы. Кроме того, они предписывают для котельных листов, в зависимости от сортов, предельное содержание углерода, марганца, фосфора и серы, что не предусмотрено германскими нормами. Нормы эти устанавливают для бортовых, огневых листов и других материалов минимальные пределы для прочности на разрыв и для удлинения. В общем нормы эти в значительной своей части базируются на эмпирич. ф.-лах, в отличие от герм. норм, основан. гл. обр. на расчетных данных и являющихся продуктом долголетних изысканий.

б) Обязательные постановления и правила, регулирующие надзор за паровыми котлами. Почти во всех странах изданы правила, регулирующие надзор за паровыми котлами. Надзор этот осуществляется в разных странах непо-

средственно правительственными органами, или же частными обществами, представляющими объединения котловладельцев, которые обязаны в своих действиях подчиняться существующим для этой цели правилам. Правила эти предусматривают техническое освидетельствование паровых котлов в установленные сроки. Так, очередные освидетельствования котла должны, согласно правилам НКТ СССР, производиться нормально в след. сроки: наружный осмотр—один раз в год, внутренний осмотр—один раз в три года, гидравлическое испытание, соединенное с внутренним осмотром,—один раз в шесть лет. В отношении же котлов, возраст к-рых превышает 25 лет, правила НКТ предусматривают исследование материала при ближайшем ремонте котла.

*Лит.:* Якобсон Г. А., Повреждения стационарных паровых котлов, М., 1923—25; Бауман Р., Повреждения котлов, «Тепло и сила», М., 1924, апр.; Вологдин С. П., Взрыв котла 3-й Госуд. мельницы в Ростове н/Д., «Вестник Моск. об-ва техн. надзора», М., 1925, февр.; Гавриленко А. П., Паровые котлы, М.—И., 1924; Ваупапп, Mittell. über Forschungsarbeiten auf d. Gebiete d. Ingenieurwesens, H. 252, В., 1922.

Г. Аванкин.

**ВЗРЫХЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА**, см. *Трепальные машины*.

**ВИАДУК**, мост для перехода железной или обыкновенной дороги через глубокий овраг, ущелье, долину. Характерным признаком В., отличающим его от другого рода мостов, является значительная высота дороги над долиной. Определение основных размеров В. (разбивка его на пролеты, выбор нижнего очертания его пролетного строения и пр.) почти не зависит от тех путей или водных потоков, которые находятся на дне долины. В большинстве случаев В. строится взамен насыпи, когда из-за значительной высоты стоимость насыпи настолько возрастает, что виадук становится выгоднее. Высота, при которой виадук дает экономное сравнительно со сплошной насыпью или насыпью с трубой, при необходимости пропустить по долине водный поток или дороге под В., м. б. установлена лишь в каждом частном случае. Для примерной ориентировки можно указать, что при 15—20 м высоты выгоднее устройство В. Однако, когда имеют дело с грунтами, могущими дать оползни, когда нельзя занять достаточно широкую полосу земли для насыпи, сооружение В. может оказаться целесообразным и при много меньшей высоте перехода долины. С другой стороны, избыток хорошей земли из прилегающих к переходу через долину значительных выемок, удобная и дешевая подвозка земли могут дать преимущество насыпи перед В. и при значительно большей высоте. Т. к. В. часто представляют собою красивые инженерные сооружения, то, при прочих равных условиях, предпочтение следует отдавать виадуку.

Материалом для постройки В. служат дерево, камень, бетон, железобетон и железо. Сооружение деревянных В. особенно широко было распространено во второй половине 19 века в период интенсивного заселения западных штатов С. Америки в местностях, богатых лесом; в Европе тогда деревянные виадуки также находили широкое применение. Теперь деревянный виадук можно встретить лишь как временное

сооружение подсобного характера в виде дешевой, наспех сделанной деревян. эстакады.

Материалом, наиболее отвечающим основному характеру В., является камень. Основная задача проектирования В.—разбивка на пролеты, выбор стрелы и очертания кривой свода и придание своду надлежащей толщины. Существует французское правило разбивки на пролеты, по которому

$$l = 0,4H \quad (1)$$

( $l$ —пролет свода в свету и  $H$ —высота В.), при чем своды избираются полуциркульные; но этот выбор пролета д. б. проверен в отношении экономичности его. С этой точки зрения, повидимому, более удачными являются несколько большие пролеты, как это и делают немецкие строители (Мелан):

$$l = 6 + 0,4H. \quad (2)$$

(1) и (2) дают лишь первое приближение, окончательное же установление величины пролета м. б. правильно выполнено только при сопоставлении ряда вариантов с соответствующими подсчетами их стоимости. Величина пролета должна быть такова, чтобы стоимость его равнялась стоимости быка. Следовательно, при значительном поперечном уклоне берегов долины, может оказаться целесообразным уменьшение пролетов при понижении высоты, при чем для целой серии сводов устанавливаются одинаковые пролеты, разделяя эти своды друг от друга более толстыми быками, способными противостоять разности распоров неодинаковых сводов. Вообще, при длинных В. через 3—5 пролетов возводят более толстые быки с тем, чтобы при случайном разрушении одного из пролетов ограничить протяжение участка, на котором своды могут обрушиться; толстые быки должны выдерживать одностороннее давление необрушившегося свода. Вообще толщина опор в уровне видимых пят  $e$ , при полуциркульных сводах пролетом больше 8 м, может быть назначена равной (по Сежурне)  $0,20l$ , или

$$e = \frac{l}{10} + 0,04H. \quad (3)$$

При цементном растворе эта толщина м. б. сокращена до  $0,15l$ . Поперечным боковым граням быков придают уклоны:  $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{30}$ , чаще  $\frac{1}{40}$ . Если при большой высоте этого окажется недостаточно, то дают уширение быку помощью обреза. Дают уклон и граням быка, параллельным продольной оси виадука, при чем уклон может быть взят  $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{20}$  (чаще последний); этим достигается увеличение поперечной устойчивости В. Нередко уклон граням быка дают постепенно возрастающий, при чем в последнее время очень часто делают уширение быка книзу по параболич. кривой. Выбор стрелы подъема свода и кривой очертания в виадуке д. б. основан на сопоставлении различных вариантов. При небольших пролетах (до 25—50 м) почти исключительно применяют полуциркульные своды. Выбором более подъемистого очертания свода, в виде коробовой кривой, эллипса с несколько большей вертикальной осью, можно добиться лучшего приближения к кривой давления, особенно для больших пролетов и виадуков большой высоты. Одновременно этим достигается уменьше-

ние объема кладки быков при увеличении объема кладки надсводного строения. В этом случае целесообразным является возможно большее облегчение нагрузки свода и давления на опоры устройством сквозных отверстий, перекрытых рядом одинаковых небольшого пролета сводов, которые поддерживают проезжую часть. Расчет толщины сводов следует производить в соответствии с общими указаниями по этому вопросу для *каменных мостов* (см.). Очень большая глубина долины, отвесные или очень крутые берега ее, слабые грунты по ложу долины и хорошие, скалистые на берегах ее могут создать условия, при которых наиболее целесообразным является переход нижней части долины или всего ущелья одним большим пролетом. Это настолько изменяет общий вид сооружения, что зачастую такие В. называют просто мостами.

Железобетонные В. из-за легкости и сравнительной дешевизны пролетного строения оказываются наиболее выгодными при величинах пролетов, несколько больших, чем для каменных массивных В. Толщина сводов м. б. взята много меньше. Наконец, применение жесткой арматуры мелановского типа позволило производить кладку железобетонных сводов без кружал, что для высоких и соответственно крупнопролетных В. имеет очень серьезное значение. Устаревшие чугунные и железные В. в последние годы усиливаются в Америке и Франции также путем обращения их в железобетонные сооружения со включением в тело бетона прежних его металлических пролетных строений. Способность железобетона работать на изгиб вызвала сооружение балочных и рамных железобетонных В., но эти конструкции нашли применение гл. обр. для путепроводов и *эстакад* (см.). Данные о конструкции и расчетах железобетонных В. см. *Железобетонные мосты*.

Металлич. В. строились в большом количестве уже в первые десятилетия существования ж. д. Сперва применялся чугун, но вскоре чугун был вытеснен железом, продолжая все же при железном пролетном строении служить материалом для металлич. частей опор высоких В., чему примером может служить старый Грандфейский виадук (1857—1862). Сооружение высоких каменных опор для балочного пролетного строения оказывалось во многих случаях очень невыгодным. Общие указания по конструкции и расчетам см. *Железные мосты*. Что касается разбивки на пролеты, то здесь еще менее, чем для каменных В., возможно привести какие-либо общие указания. Вопрос должен для каждого случая разрешаться индивидуально путем составления вариантов и подсчета их стоимости. Уступая в долговечности каменным, железные В. в гораздо большей степени чувствительны к возрастанию временных подвижных нагрузок и в громадном большинстве случаев требуют замены много раньше того срока службы, который они могли бы выдерживать. Последние годы, особенно после мировой войны, характеризуются многочисленными примерами постепенного вытеснения железных В. каменными и железобетонными, и только

область применения виадуков с крупными пролетами удерживается за железными В.

В качестве В. могут быть применены и железные висячие мосты, нередко дающие очень крупную экономию стоимости для больших пролетов.

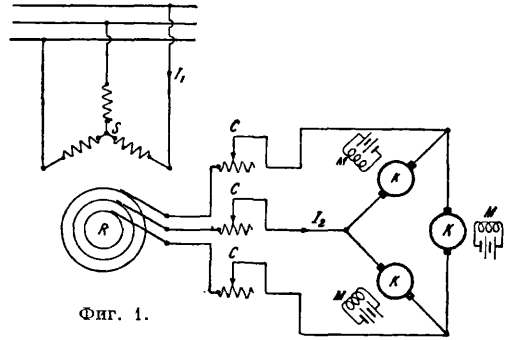
Лит.: Передерий Г. П., Курс мостов, ч. I, 3 издание, М.—Л., 1927, ч. II, отд. I—Каменные мосты, Л., 1925; Тимонов В. Е., Виадук Гараби, СИБ, 1884; Передерий Г. П., Каменный виадук пролетом в свету 50 метров, СИБ, 1908; Gay C., Ponts en maçonnerie, Paris, 1924; Séjourné P., Grandes voûtes, Paris, 1913—1916; Nordling W., Mémoire sur les piles en charpente métallique des grands viaducs, P., 1869; Pouthier E., Notice sur le viaduc de Mussy, «Ann. des ponts et ch.», P., 1901, v. 1, p. 235; Fröhlich H., Der Umbau des «Viaduc du Day» auf d. Linie Lausanne-Vallorbe der S. B. V., «Schweiz. Bauztg.», Zürich, 1927, B. 89, 18; Séjourné P., Construction des ponts du Castelet, de Lavaur etc., «Ann. des ponts et ch.», Paris, 1886, v. 2, p. 409; Boissinier, Le pont de Sidi Rached, «Ann. des ponts et ch.», Paris, 1912, v. 3, p. 473; Picard E., Notice sur la construction du pont de Montanges, «Ann. des ponts et ch.», P., 1914, v. 4, p. 101; Stüder H., Steinerne Brücken d. Rhätischen Bahn, Berlin, 1926. О железобетонных виадуках: Mörsch E., Die Gmündentobel-Brücke bei Teufen im Kanton Appenzel, Zürich, 1909; Foundations for the Tunkhannock Viaduct, «Engineering Record», N. Y., 1913, p. 484. Статьи о виадуках: Ritter M., Die Hundwilertobelbrücke im Kanton Appenzel A.-Rh., «Schweiz. Bauztg.», 1926, B. 87, 13, p. 178; Bühler A., Der Umbau des Grandfey-Viaduktes der Schweiz. Bundesbahnen, «Beton und Eisen», 1927, H. 19—22. По вопросу об усилении чугунных и жел. мостов железобетоном: Caufourier P., Le renforcement au moyen de béton du pont métallique de Pulaski (États-Unis), «GC», 1924, t. 85, 3, p. 175. О железных виадуках: Eiffel G., Mémoire présenté à l'appui du projet définitif du viaduc de Garabit, P., 1889; Virard M., Note sur la construction du viaduc des Fades, «Ann. des ponts et ch.», P., 1903, v. 3, 1910, v. 1, p. 20; Dumas A., Achèvement du viaduc des Fades, «GC», P., 1909, t. 55, p. 81; Volontat et Théry, Notes sur la construction du viaduc du Vieur, «Ann. des ponts et ch.», P., 1898, v. 1, p. 215, v. 2, p. 329, 1899, v. 1, p. 57, v. 4, p. 79, 1901, v. 3, p. 244; Martin H., Le viaduc du Vieur sur la ligne de Carmaux à Rodez, «GC», 1903, t. 43, p. 1; Bodin G., Le viaduc del' Assopos (Grèce), «GC», 1909, t. 55, p. 289; Ст. об арочном виадуке: Caufourier P., Pont en arc de 195 mètres de portée sur le Niagara, «GC», 1925, t. 87, 22, p. 461; Dietz W., Die Kaiser Wilhelm-Brücke über die Wupper bei Müngsten, B., 1904. **Н. Шомин.**

**ВИБРАТОР**, в телефонной технике, прибор, включаемый в цепь генератора вызывного тока для контроля прохождения вызова. Устроен по принципу звонка перемен. тока, но вместо ударника имеет пластинку, колебания которой и служат сигналом.

**ВИБРАТОР ГЕРЦА** состоит из прямолинейного проводника с искровым промежутком по середине и двумя шарами по концам. Такой В. был впервые применен Г. Герцем в качестве излучателя электромагнитных волн и теория излучения этого вибратора дана им же. См. *Длина электрической*.

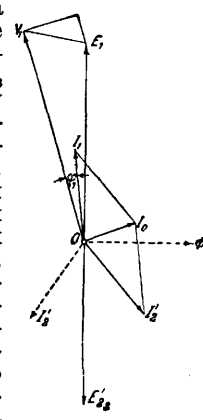
**ВИБРАТОР КАППА**, установка для компенсации сдвига фаз у асинхронных двигателей. В. К. состоит из трех машин постоянного тока, соединенных, как показано на схеме (Фиг. 1), где S и R—статор и ротор асинхронного двигателя, С—пусковой реостат, К—якоря упомянутых машин, М—обмотки возбуждения, питаемые постоянным током от постороннего источника. Ток ротора I<sub>2</sub> частоты скольжения (малой частоты f<sub>2</sub>), проходя по якорям вибратора (компенсатора), находящимся в постоянном магнитном поле, образует вращающийся момент, все время изменяющий свое направ-

вление в такт с пульсациями питающего тока I<sub>2</sub>, вследствие чего якоря начинают вращаться то в одну, то в другую сторону (отсюда название «вибратор»). Вследствие таких маятникообразных качаний якорей



Фиг. 1.

в них индуцируется противодействующая эдс E<sub>3</sub> с частотой, равной частоте питающего тока. Так как все три якоря не совершают никакой работы на валу, то произведение E<sub>3</sub> · I<sub>2</sub> · cos φ<sub>3</sub> = 0. Здесь φ<sub>3</sub>—сдвиг фаз между эдс E<sub>3</sub> и силой тока I<sub>2</sub>. Поэтому каждый из якорей потребляет почти только реактивный ток (cos φ<sub>3</sub> = 0). Индуцирующаяся при движении в постоянном магнитном поле в каждом якоре вибратора эдс E<sub>3</sub>, опережает по фазе питающий ток. Действительно, если М—момент вращения, образуемый взаимодействием постоянного магнитного потока Φ с переменным током I<sub>2</sub>, и D—момент инерции якоря, то, по уравнению моментов количества движения M · dt = D · dω, где ω—угловая (механическая) скорость якоря.



Фиг. 2.

Т. к. M = k<sub>1</sub> · I<sub>2</sub> sin ω<sub>2</sub> t, а ω = -k<sub>2</sub> · e<sub>3</sub>,

то 
$$k_1 \cdot I_2 \sin \omega_2 t dt = -k_2 \cdot D de_3,$$

где

$$k_1 = \frac{1}{2\pi \cdot 9,81} \cdot \frac{P}{a} N \cdot \Phi \cdot 10^{-8},$$

$$k_2 = \frac{a}{P} \cdot \frac{2\pi}{N \cdot \Phi \cdot 10^{-8}} \text{ и } \omega_2 = 2\pi \cdot f_2.$$

Отсюда

$$-e_3 = \frac{I_2}{C} \int \sin \omega_2 t dt$$

или

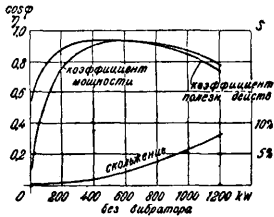
$$e_3 = \frac{I_2}{\omega_2 \cdot C} \cos \omega_2 t = \frac{I_2}{\omega_2 \cdot C} \sin (\omega_2 t + 90^\circ),$$

где e<sub>3</sub>—мгновенное значение эдс E<sub>3</sub>. Т. о. видно, что противодействующая эдс опережает по фазе силу тока, питающего вибратор. По отношению к напряжению на кольцах ротора асинхронного двигателя, рассматриваемый ток будет опережающим.

Вибратор Каппа действует как некоторая емкость, включенная в цепь ротора; величина ее равна

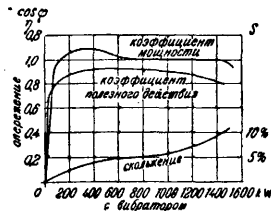
$$C = \frac{k_2}{k_1} D = \left(\frac{a}{P}\right)^2 \frac{4\pi^2 \cdot D \cdot 9,81}{N^2 \cdot \Phi^2 \cdot 10^{-16}} \text{ фарад.}$$

Благодаря получившемуся от действия вибратора опережению ток ротора будет намагничивать магнитную систему двигателя, вследствие чего сдвиг фазы силы тока  $I_1$  в статоре, по отношению к напряжению  $V_1$ , уменьшится и может стать отрицательным (фиг. 2). На диаграмме пунктиром показано положение вектора силы тока в роторе  $I_2$  (приведенного к числу витков статора) в обыкновенном некомпенсированном двигателе.



Фиг. 3.

Поэтому при слабых нагрузках (небольших скольжениях) оно невелико. При скольжениях выше нормальных, вибратор не успевает работать в такт с изменениями тока ротора. Вследствие этого для недолуженных двигателей, а также и для двигателей, работающих с большим скольжением, В. К. уже не может быть применен. На фиг. 3 и 4 представлены кривые  $\cos \varphi$ ,  $\eta$  и скольжения  $S$  трехфазного мотора 420 kW, 482 оборотов, 50 периодов в зависимости от нагрузки, без вибратора и с вибратором. Компенсирование сдвига фаз, производимое со стороны ротора асинхронных двигателей, имеет то преимущество, что оно совершается при частоте скольжения, которое для больших двигателей не выше 2%. При этом реактив. мощность, которая развивается в частоте, компенсируется различными рода компенсаторами вообще и вибратором Каппа в частности, будучи пропорциональна частоте, составляет также ок. 2% от реактивной мощности, поступающей через статор и идущей на создание переменного магнитного поля. Вследствие этого размеры В. К. получаются относительно небольшие. В. К. работает без искрения, так как то время, когда сила тока достигает максимального значения, скорость движения якоря равна нулю, так что среднее значение реактивного напряжения в коммутирующихся секциях очень невелико.



Фиг. 4.

Лит.: Шенфер К. И., Коллекторные двигатели переменного тока, М., 1922; Walker M., The Control of the Speed a. Power Factor of Induction Motors, London, 1924.

Е. Нитусов.

**ВИБРАЦИИ**, колебания упругого тела. Если вывести упругое тело из состояния равновесия и вызвать упругую деформацию  $f$ , то тело будет напряжено; если его вновь предоставить самому себе, то потенциальная энергия сил упругости поведет тело назад к состоянию равновесия. Этому обратному движению будет сопротивляться инерция массы тела, при чем движение будет тормозиться, и масса, поглощая потенциальную энергию деформированного тела, приобретает кинетич. энергию движения. Когда тело придет в положение равновесия, кинетич. энергия возрастет до полного значения потенциальной, и сила инерции поведет тело от положения равновесия в противоположную сторону до тех пор, пока не вызовет деформацию  $f$ . В этот момент кинетич. энергия вся будет израсходована, но зато напряженное тело будет иметь полный запас потенциальной энергии. Затем последует движение в обратном направлении, и т. д. Если бы никаких сопротивлений не было (трение, сопротивление среды и другие), то получилось бы вечное движение с постоянной амплитудой. В действительности эти колебания угасают довольно быстро. Когда сопротивления малы и ими можно пренебречь, вибрация является функцией двух сил—упругости и инерции. По Даламберу ( $d'$  Alambert)

$$P + II = 0, \quad (1)$$

где  $P$ —сила эквивалентная силам упругости, а  $II$ —сила эквивалентная силам инерции.

Всякая деталь машины и всякое целое сооружение, простое или сложное, под действием толчка дает свою свободную, или собственную, В., период которой определяется ур-нием (1). Т. о. период В. зависит от параметров упругости (размеры сооружения, способы закрепления опор, моменты инерции, модули упругости) и параметров инерции (массы, ускорения). Возбудителями В. могут быть все станки и машины, у которых малейшая неравномерность хода оказывается достаточной для порождения В. в деталях самой машины (в колесах, на валу, в станине, потолочных балках, колоннах, стенах здания и т. д.). При этом каждый толчок в машине возбуждает В. сразу во всех названных деталях и сооружениях. Под действием сопротивлений вызванная В. будет угасать, но если возбуждающие толчки по своему ритму совпадают с ритмом собственных В. сооружения или одной его детали, то получается накопление деформации, или так называемый резонанс. Критическим числом возбуждающих толчков называют то число их, которое совпадает с числом собственных колебаний тела в единицу времени. Каждой детали сооружения соответствует определенное критическое число.

В виду того, что абсолютно упругих тел нет, часть энергии возбуждающих толчков идет на преодоление необратимых молекулярных сопротивлений, чем и объясняется так наз. упругий гистерезис. Чем меньше этот гистерезис у тела, тем опаснее для него возникновение В., так как большая часть возбуждающего импульса пойдет на изменение упругого состояния (количества движения), при чем неизбежно накопление деформации. Наоборот, чем больше упругий гистерезис какого-либо тела, тем, при прочих равных условиях, менее опасны возникающие в нем вибрации, так как последние сопровождаются меньшими упругими деформациями. Вследствие этого у большинства тел при наступлении резонанса амплитуда вибраций возрастает только до некоторого определенного предела.



Фиг. 1.

1. Балки. Пусть брус  $AB$  (фиг. 1) подвергается растягивающему действию груза  $G$ , при чем весом самого бруса можно пренебречь. Статическая деформация  $\lambda_0 = \frac{G \cdot l}{E \cdot F}$  (где  $l$ —длина бруса,  $F$ —площадь поперечного сечения его и  $E$ —модуль упругости первого рода) не влияет на  $B$ . Под действием какого-то другого усилия  $P$  брус получит временную динамич. деформацию  $\lambda = \frac{P \cdot l}{E \cdot F}$ , которая, вследствие кратковременности действия  $P$ , пойдет на убыль, при чем разовьется сила инерции массы груза  $G$ . По ф-ле (1)

$$\frac{G}{g} \cdot \frac{d^2 \lambda}{dt^2} + \frac{E \cdot F}{l} \lambda = 0,$$

откуда

$$\frac{d^2 \lambda}{dt^2} + k^2 \lambda = 0, \quad (2)$$

где

$$k^2 = \frac{E \cdot F \cdot g}{G \cdot l}. \quad (3)$$

Из дифференциального уравнения (2) определяется период одного полного колебания бруса

$$T = \frac{2\pi}{k}. \quad (4)$$

Подстановкой из ур-ия (3) величины  $k$  в ур-ие (4) находим  $T$ , выраженное в секундах. Число собственных колебаний бруса в минуту будет

$$n = \frac{60}{T}. \quad (5)$$

При таком числе возбуждений в минуту брус попадает в состояние резонанса. Т. о. критическое число для бруса

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{E \cdot F \cdot g}{G \cdot l}}.$$

При изгибе балки число ее собственных колебаний в минуту определяется аналогично. Разберем два основных случая.

Случай 1. Балка закреплена одним концом, а на другом конце нагружена весом  $G$ . Собственным весом балки пренебрегаем. Динамич. прогиб  $f$  будет вызываться кратковременной дополнительной нагрузкой  $P$ . Сила упругости, соответствующая динамич. деформации, будет  $P = \frac{3EI}{l^3} f$ , где  $l$ —длина балки, а  $EI$ —ее жесткость. Сила же инерции будет выражена так (для груза  $G$ ):

$$H = \frac{G}{g} \cdot \frac{d^2 f}{dt^2}. \quad \text{Т. о. из уравнения (1) найдем:}$$

$$\frac{G}{g} \cdot \frac{d^2 f}{dt^2} + \frac{3EI}{l^3} \cdot f = 0,$$

откуда получается дифференциальное ур-ие

$$\frac{d^2 f}{dt^2} + k^2 f = 0, \quad (6)$$

при чем

$$k^2 = \frac{3EIg}{G l^3}.$$

Так как ур-ие (6) аналогично ур-ию (2), то пользуемся решением его (4) и получаем:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{G l^3}{3EIg}},$$

откуда критическое число в минуту

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{3EIg}{G l^3}}. \quad (7)$$

Случай 2. Балка свободно лежит на двух опорах и посередине нагружена грузом  $G$ . Этот случай отличается от предыдущего

только числовым коэфф-том в выражении силы упругости, соответствующей динамической деформации. Именно в этом случае

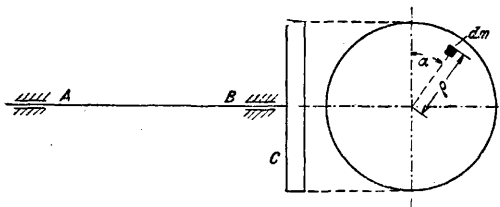
$$P = \frac{48EI}{l^3} f.$$

На этом основании сразу получаем критическое число

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{48EIg}{G l^3}}. \quad (8)$$

При определении колебаний балок с учетом собственного веса их часто пользуются приближенными коэфф-тами, при помощи которых распределенный груз балки заменяется эквивалентным ему сосредоточенным грузом. Так, для балки постоянного сечения, заземленной одним концом, вес ее  $Q$  можно заменить сосредоточенным на свободном конце грузом, равным  $0,25 Q$ , а для балки, свободно лежащей на двух опорах, распределенный вес ее можно заменить сосредоточенным в середине пролета грузом, равным  $0,5 Q$ . Затем задача будет решаться так же, как изложено выше, по формулам (7) и (8).

2. В а л ы ж е с т к и е. Для длинных пароводных валов, а также трансмиссионных валов вычисление периода собственных колебаний м. б. сделано по следующему плану. Пусть (фиг. 2) дан вал  $AB$ , у к-рого на конце



Фиг. 2.

имеется некоторая шайба  $C$  (шкив, муфта, зубчатое колесо и пр.). Элемент этой шайбы  $dm$ , двигаясь по дуге круга  $ds$  радиуса  $r$ , подвергается тангенциальной силе инерции (дифференциальной)

$$dm \cdot \frac{d^2 s}{dt^2} = dm \cdot r \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2}.$$

Дифференциальный момент этой силы относительно оси вращения

$$dM_u = dm \cdot r^2 \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2},$$

откуда  $M_u = \theta \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2}$ , где  $\theta$ —момент инерции тела шайбы относительно оси вращения. В то же время момент упругих сопротивлений вала скручиванию будет

$$M = \frac{I_0 G}{l} \alpha.$$

Так как  $M_u + M = 0$ ,

$$\text{то } \theta \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + \frac{I_0 G}{l} \cdot \alpha = 0;$$

$$\text{отсюда } \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + k^2 \alpha = 0,$$

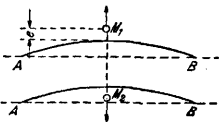
$$\text{при чем } k^2 = \frac{I_0 G}{\theta l}.$$

$I_0$ —полярный момент инерции сечения вала относительно оси вращения,  $G$ —модуль упругости 2-го рода,  $l$ —длина вала. По аналогии с вышеизложенным определим критическое число:

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{I_0 \cdot G}{\theta \cdot l}}. \quad (9)$$

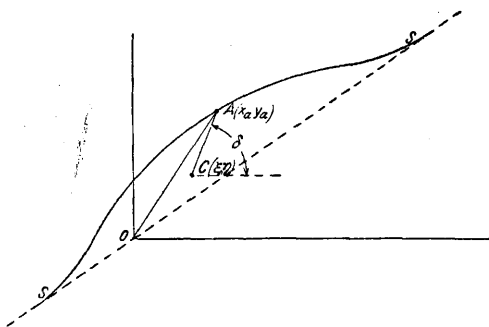
Этот вывод построен в предположении невесомости самого вала. Если же учесть распределенную массу самого вала, то нужно вычислить момент инерции тела вала относительно оси вращения его (назовем его  $\theta_0$ ) и взять для расчета  $0,33 \theta_0$ , считая уже всю массу сосредоточенной на конце вала.

3. В а л ы г и б к и е. В быстроходных машинах (например паровые турбины) при малейшем эксцентриситете масс на валу получают громадные центробежные силы. При определении диаметра такого вала можно исходить из двух совершенно различных положений: 1) можно определить прочные размеры вала, учитывая центробежные силы; в этом случае получаются солидные размеры всей конструкции, но расчет затрудняется вследствие того, что эксцентриситет массы на валу фактически остается неизвестным; 2) можно вычислить критич. скорость вала и затем, по возможности далеко от нее, назначить фактич. скорость; в этом случае конструкция получается легкой, и расчет вполне доступен, вал же называется г и б к и м, так как он не может сопротивляться указанной центробежной силе и легко гнется. Способность такого вала держаться против этой силы выясняется из фиг. 3. Здесь сверху показан гибкий вал в изогнутом положении, при чем осью вращения служит кривая линия  $AB$ ; ц. т. сосредоточен в точке  $M_1$  эксцентрично по отношению к оси вращения,  $e$ —эксцентриситет. Как видно, центробежная сила стремится еще больше изогнуть вал. Однако через полоборота точка  $M_1$  займет положение  $M_2$ , и центробежная сила будет теперь направлена уже вниз, вследствие чего вал будет выпрямляться.



Фиг. 3.

Предположим, для общности, что деформация вала пойдет не по направлению эксцентриситета, а в сторону от него. Пусть  $SS$  (фиг. 4) будет направление недеформированной геометрической оси вала,  $OA$ —



Фиг. 4.

стрела прогиба его в сечении, проходящем через центр тяжести,  $AC$ —эксцентриситет. Пусть координаты точки  $A$  будут  $x_a$  и  $y_a$ , а точки  $C$ — $\xi$  и  $\eta$ . Раскладывая силы по координатным осям, получим:

$$m \frac{d^2 \xi}{dt^2} + k x_a = 0; \quad m \frac{d^2 \eta}{dt^2} + k y_a = 0. \quad (10)$$

Назовем эксцентриситет  $AC$  через  $e$ . Тогда, как видно из фиг. 4,

$$x_a = \xi + e \cos \delta; \quad y_a = \eta + e \sin \delta. \quad (11)$$

Если  $\omega$ —угловая скорость вращения, а  $t$ —время, то  $\delta = \omega t$ . Тогда уравнения (10) получают следующий вид:

$$m \frac{d^2 \xi}{dt^2} + k (\xi + e \cos \omega t) = 0; \\ m \frac{d^2 \eta}{dt^2} + k (\eta + e \sin \omega t) = 0. \quad (12)$$

Введем теперь подстановку:

$$\xi = \zeta + b \cos \omega t; \quad \eta = \vartheta + b \sin \omega t, \quad (13)$$

где  $\zeta$  и  $\vartheta$ —новые переменные величины, а  $b$ —константа. При такой подстановке мы в праве наложить на величину  $b$  какое угодно условие, чем и воспользуемся далее. После двойного дифференцирования ур-ий (13) и подстановки в (12) найдем:

$$m \left( \frac{d^2 \zeta}{dt^2} - b \omega^2 \cos \omega t \right) + k (\zeta + b \cos \omega t + e \cos \omega t) = 0; \\ m \left( \frac{d^2 \vartheta}{dt^2} - b \omega^2 \sin \omega t \right) + k (\vartheta + b \sin \omega t + e \sin \omega t) = 0;$$

или после приведения подобных членов:

$$m \frac{d^2 \zeta}{dt^2} + k \zeta + (kb + ke - m b \omega^2) \cos \omega t = 0; \\ m \frac{d^2 \vartheta}{dt^2} + k \vartheta + (kb + ke - m b \omega^2) \sin \omega t = 0. \quad (14)$$

Теперь наложим на величину  $b$  условие, чтобы

$$kb + ke - m b \omega^2 = 0,$$

откуда

$$b = \frac{ke}{m \omega^2 - k}. \quad (15)$$

Тогда из уравнения (14)

$$m \frac{d^2 \zeta}{dt^2} + k \zeta = 0; \\ m \frac{d^2 \vartheta}{dt^2} + k \vartheta = 0. \quad (16)$$

Из (15) видно, что при

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (17)$$

$b$  обращается в бесконечность, следовательно на основании (13) и (11) заключаем, что координаты точки  $A$  обращаются в бесконечность, т. е. вал разрушается. Напротив, при

$$\omega > \sqrt{\frac{k}{m}}$$

величина  $b$  имеет конкретное конечное значение. При очень большом значении  $\omega$  величина  $b$  приближается к нулю. Тогда из (13):  $\xi = \zeta$ , и  $\eta = \vartheta$ . Ур-ия (16) характеризуют колебательные движения вала, которые при большом  $\omega$  по сравнению с  $\sqrt{\frac{k}{m}}$  оказываются за пределами критическ. скоростей. Таким образом при расчете гибкого вала следует: 1) рассчитать его на передаваемый крутящий момент; 2) проверить по ф-ле (17), для чего нужно вычислить величины  $\omega$ ,  $k$  и  $m$  [см. формулы (7) и (8)].

4. В е р е т е н а. В веретене отличается той особенностью, что, по мере наматывания на катушку пряжи, масса системы веретена все время изменяется, а вместе с тем изменяется также и критич. число. Именно, с увеличением намотки критическ. число понижается.

Экспериментальное исследование В. ватерных веретен (хлопковых), опорных и подвесных, проведено в Кабинете прикладной механики Московского текстильного института на специально построенной машине при помощи быстроходного *вибрографа* (см.).

Из этих опытов найдено: 1) веретено опорное вибрирует сильнее, чем подвесное; 2) у подвесных веретен расстояние между опорным седлом втулки и средним сечением блочка резко влияет на вибрацию: чем это расстояние больше, тем больше В. веретена; 3) амплитуда В. стандартного веретена, измеренная по верхнему концу шпинделя, в неблагоприятных случаях превосходит 2 мм; 4) В. данного веретена, при данном количестве намотанной пряжи и данном числе оборотов, носит устойчивый характер; 5) способ посадки шпулы на веретено (плотная посадка нижней частью в чашечку или верхней частью на шпиндель, зазоры и т. п.) резко влияет на В. веретена; 6) натяжение шнура на вибрацию опорного веретена не влияет. Что касается подвесных веретен, то натяжение отражается на вибрации тем сильнее, чем больше расстояние, указанное в п. 2. См. *Тахометр вибрационный, Осциллограф, Сейсмограф*.

Лит.: Тимошенко С. П., Курс сопротивления материалов, гл. XIX, 9 изд., Киев, 1916; Rayleigh, The Theory of Sound, L., 1877—78; Morgan J., On the Lateral Vibration of Loaded and Unloaded Bars, «Philos. Mag.», L., 1906, v. 2, p. 354; Hort W., Technische Schwingungslehre, B., 1922; Stodola A., Die Dampfturbinen, 4 Aufl., p. 293, B., 1910; Lorenz H., Dynamik d. Kurbelgetriebe, Leipzig, 1901; Frahm H., «Z. d. VDI», 1902, p. 779; Lorenz H., Kritische Drehzahlen raschumlaufender Wellen, «Z. d. VDI», 1919, B. 63, p. 240; Gümbel L., Neue kritische Wellengeschwindigkeit bei mit Biegung verbundenen Schwingungen von Wellen, «Dingler's polytechnisches Journal», Berlin, 1918, p. 71; Prandtl L., Beiträge zur Frage d. kritischen Drehzahlen, «Dingler's polytechn. Journal», B., 1918, p. 179; Föppl O., Kritische Schwingungen von schnellumlaufenden Rotoren, «Ztschr. für d. gesamte Turbinenwesen», München—Berlin, 1918, Jg. 15, p. 157.

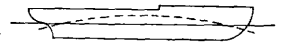
А. Малышев.

**В. судов.** Упругие колебания корпуса судна, вызываемые различными силами периодического характера, благодаря большой частоте (редко ниже 100 пер/м.), уже при сравнительно небольшой амплитуде (несколько мм) отражаются неблагоприятно и на людях и на приборах, находящихся на судне. Они способны также порождать в корпусе судна явления *усталости металла* (см.). Местная В., в к-рой участвуют лишь отдельные части судна, м. б. устраняема в построенном судне дополнительным усилением корпуса в районе В. В общей В. судна весь его корпус участвует как один упругий брус, и у построенного уже судна она не м. б. устранена путем дополнительных усилений корпуса. Мерами к ее устранению являются: уничтожение усилий, вызывающих В., и надлежащий выбор периода этих усилий, если их нельзя уничтожить. Главнейшие усилия, вызывающие общую вибрацию судна: а) неуравновешенные силы инерции частей машины с прямолинейно возвратным движением; б) силы инерции неуравновешенных частей машины; в) неравномерность вращающего момента главной машины; г) неравномерность осевого давления гребных винтов; д) удары струй, отбрасываемых лопастями гребных винтов. Период этих усилий либо

совпадает с периодом  $\tau$  одного оборота машины [см. (б)] либо составляет от него простую долю вида  $\frac{\tau}{n}$ , где  $n$ —целое число. В случае (д)  $n$ —обычно число лопастей. Эти усилия вообще невелики и при статическом действии неспособны вызвать заметную деформацию судна. В. судна становится поэтому заметной лишь в условиях резонанса, когда период возмущающей силы совпадает с одним из периодов главных свободных колебаний судна. Для уничтожения вибраций судна часто бывает достаточно изменить период возмущающей силы на 10—15%. Такое изменение числа оборотов главной машины является наиболее действительным средством к устранению В. у построенного уже судна и достигается переменою гребного винта. При постройке судов рекомендуется проектировать нормальное число оборотов либо на 10—15% меньше либо на 40—50% больше критического. Если период возмущающих усилий машины может совпасть с одним из периодов главных свободных колебаний судна, то все такие усилия должны быть тщательно уравновешены при проектировании машины (см. *Уравновешение поршневых двигателей*).

Главные свободные колебания судна—гармонические колебания, из которых слагается его колебание по инерции при отсутствии возмущающих сил; они обладают свойством затухаемости; периоды и формы их зависят от жесткости и массы судна и закона их распределения вдоль него. Основные свободные колебания судна: 1) поперечные: а) вертикальные, б) горизонтальные; 2) крутильные и 3) продольные. Каждому роду колебаний соответствуют свои периоды и периоды главных свободных колебаний. Продольные колебания наблюдаются всего реже.

Из поперечных колебаний чаще всего наблюдаются вертикальные колебания. В основном тоне их пучности располагаются у концов судна и возле середины его. Две узловые точки получаются приблизительно (фиг. 5) на расстоянии  $\frac{1}{4}$  длины судна от каждого из его концов.



Фиг. 5.

Фиг. 6 изображает общий характер упругой линии судна, соответствующей второму тону вертикальных колебаний; в ней имеются 3 узловые точки. В упругой линии третьего тона узловых точек—4 (фиг. 7).

За дифференциальное уравнение упругих поперечных колебаний судна обычно принимают:

$$\frac{\partial^2}{\partial z^2} \left( EI \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + q \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где  $E$ —модуль Юнга;  $I$ —момент инерции площади поперечного сечения продольных связей судна относительно его нейтральной оси;  $q$ —масса судна, приходящаяся на единицу его длины;  $v$ —вертикальное перемещение судна в сечении, находящемся на



расстоянии  $z$  от его левого конца;  $t$ —время. Граничные условия:  $\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = 0$  и  $\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = 0$  на обоих концах судна. Условия сопряжения:  $v$  и  $\frac{\partial v}{\partial z}$  непрерывны на всем протяжении судна; если масса судна распределена вдоль его оси (не сосредоточена в его отдельных сечениях), то, кроме того,  $EI \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}$  и  $\frac{\partial}{\partial z} (EI \frac{\partial^2 v}{\partial z^2})$  также непрерывны.

Горизонтальные поперечные свободные колебания судна вполне аналогичны вертикальным. В их дифференциальном уравнении величина  $I$ —момент инерции, взятый не относительно горизонтальной, как у колебаний вертикальных, а относительно вертикальной оси.

При крутильных колебаниях сечения судна поворачиваются вокруг его продольной оси. Крутильное колебание основного тона (фиг. 8) имеет одну узловую точку, колебание второго тона—два узла; колебание третьего тона—три узла и т. д. (фиг. 9 и 10). За дифференциальное уравнение крутильных колебаний судна принимают:

$$\frac{\partial}{\partial z} (C \frac{\partial \theta}{\partial z}) - i \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = 0, \quad (2)$$

где  $\theta$ —угол поворота поперечного сечения судна, лежащего на расстоянии  $z$  от его левого конца, и  $C$ —жесткость судна при кручении, которую можно находить по Бредту [1, 2];  $i$ —полярный момент инерции массы судна, приходящейся на единицу его длины, взятый относительно оси кручения.

Граничные условия:  $\frac{\partial \theta}{\partial z} = 0$  на обоих концах судна. Если вся масса судна распределена вдоль его (не сосредоточена лишь в его отдельных сечениях), то условия сопряжения:  $\theta$  и  $\frac{\partial \theta}{\partial z}$  непрерывны на всей длине судна.

Продольные колебания судна по форме сходны с крутильными. Их дифференциальное уравнение:

$$\frac{\partial}{\partial z} (EF \frac{\partial w}{\partial z}) - q \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0, \quad (3)$$

где  $w$ —осевое перемещение сечения, находящегося на расстоянии  $z$  от его левого конца;  $F$ —площадь поперечного сечения продольных связей в нем. Граничные условия и условия сопряжения аналогичны таковым при крутильных колебаниях. Уравнения (1) и (3) поддаются обычно лишь численному приближенному решению. Для определения периодов и форм главных свободных колебаний судна существуют следующие методы: 1) Релея (Rayleigh) [3, 4]; 2) Ритца (W. Rietz) [5, 6, 7]; 3) метод последовательных приближений [8, 8, 9]; 4) метод Бьерено-Коха (Biereno-Koch) [10]. Для на-

хождение вынужденных колебаний судна под действием заданной возмущающей силы можно воспользоваться методом Адамс-Штёрмера, приложение которого к этой задаче было дано акад. А. Н. Крыловым [11, 12].

Отмеченные методы дают достаточные средства для преодоления тех аналитических трудностей, которые связаны с нахождением свободных и вынужденных колебаний судна. В менее благоприятных условиях находится вопрос об определении тех величин, к-рые входят в ур-ия (1)—(3) в качестве коэффициентов. Здесь не выяснено: 1) чему в точности следует считать равным модуль Юнга; 2) все ли продольные связи корпуса в равной мере м. б. зачитываемы в то его сечение, которое сопротивляется изгибу, сжатию и кручению; 3) вся ли нагрузка судна должна в равной мере зачитываться при определении величин  $q$  и  $i$ , особенно в отношении грузов жидких и сыпучих; 4) какие погрешности проистекают от применения к судну (непризматич. брусу) основных формул, выведенных для призматич. брусев. Это особенно относится к нахождению форм и периодов высших тонов, на которые все эти погрешности оказывают обычно более сильное влияние. Для удовлетворительного решения этих вопросов необходима пока еще отсутствующая систематизация планомерно поставленных опытов. При нахождении форм поперечных колебаний высших тонов следует также дополнять ур-ие (1) членами, учитывающими влияние прогиба от сдвигов, а также моментов сил инерции от движения массы, сосредоточенной в каждом сечении судна.

Для грубого определения периода вертикальных колебаний основного тона иногда пользуются эмпирической формулой Шлика:

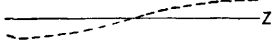
$$\frac{60}{T} = C \sqrt{\frac{I}{PL^3}}, \quad (4)$$

где  $T$ —период колебания судна в ск.;  $I$ —момент инерции площади поперечн. сечения миделя в  $m^4$ ;  $P$ —вес судна в  $t$ ;  $L$ —длина судна в  $m$ ;  $C$ —коэфф., равный, по Шлику:

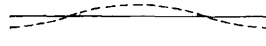
Для очень острых судов (миноносцы) . . .	3 450 000
» пассажирских . . . . .	3 150 000
» грузовых судов полных очертаний . . .	2 800 000

О записи вибраций см. *Паллографы*.

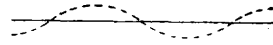
Лит.: 1) Lorenz H., Techn. Elastizitätslehre, p. 98, München, 1913; 2) Bredt R., Krit. Bemerkungen zur Drehungselastizität, «Z. d. VDI», 1896, B. 40, p. 813; 3) Tobin A., Method of Determining the Natural Ship Vibrations, «Trans. Inst. of Naval Architects», L., 1922; 4) Павленко Г. Е., A Method of Calculating Ship Vibrations, «Engineering», London, 1926, v. 121, p. 748; 5) Красноперов Е., Применение метода Ритца к исследованию свободных колебаний балок, «Изв. Петроградского политехнического института», II, 1916, т. 25, вып. 1—2; 6) Сушенков Б. Л., О вычислении собственных колебаний непризматич. стержней, «Ежегодник Союза морских инженеров», II, 1916, т. 1; 7) Тимошенко С. П., Теория упругости, ч. II, § 42, СПб, 1916; 8) «Philosophical Magazine», L., 1905—1906; 9) «Jahrbuch d. Schiffbautechnischen Gesellschaft», B., 1901, B. 2; 10) Biereno, «Proceedings of the I International Congress for Applied Mechanics, Delft, 1924»; 11) Крылов А. Н., О расчете вибраций корабля, производимых работой его машины, «Ежегодник Союза морских инженеров», II, 1917, т. 2; 12) Крылов А. Н., О вычислении вибраций корабля, производимых работой его машины, «Изв. Российской академии наук», II, 1918, т. 12, ч. I, стр. 915; Н. Johow's Hilfsbuch f. d. Schiffbau, p. 666—681, 4 Aufl., Berlin, 1920; Норт В., Technische Schwingungslehre, B., 1922; Сушенков Б. К вопросу о вычисл. своб. колебаний судна, «Изв. С.-Петербургского политехнического института», СПб, 1914, т. 21, в. 2, стр. 575. П. Панкович.



Фиг. 8.

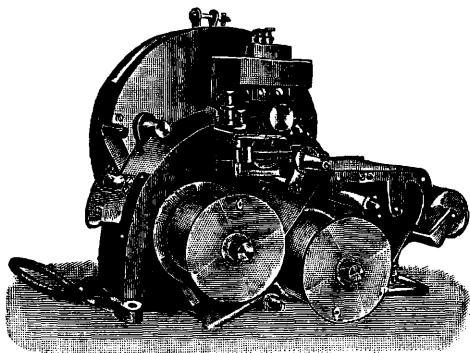


Фиг. 9.



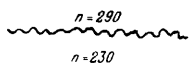
Фиг. 10.

**ВИБРОГРАФ**, измерительный прибор, дающий возможность определять абсолютную величину горизонтальных и вертикальных смещений пола (почвы, палубы, платформы) в тех местах, где он установлен. По идее В. аналогичен с приборами для записи колебаний (см. *Сейсмограф* и *Кренометры*). Применяется при изучении вибраций зданий, почвы, судов, автомобилей. Из систем В. известны системы Шлика, Гейгера,



Фиг. 1.

Голицына, Минтропа и др. Большое распространение за последнее время начинает получать В. системы Гейгера (фиг. 1). Запись колебаний в В. осуществляется автоматически на движущейся с определенной скоростью ленте. Кривая записи В. называется виброграммой; на фиг. 2 изображены виброграммы колебаний почвы под действием сил двигателя при различных оборотах  $n$  последнего. Характер и амплитуда виброграммы зависят от того, в какой мере



Фиг. 2.

период вынуждающей силы (например силы инерции в поршневых двигателях, пропорциональной числу оборотов, при прочих одинаковых условиях) близок к периоду свободных колебаний системы, на которую сила действует (пол, почва, судно, автомобиль). Виброграмма является сложной гармонич. кривой при изучении разлагается путем *гармонического анализа* (см.) на простейшие составляющие.

*Лит.*: Крылов А. Н., Вибрация судов (литогр. курс лекций), СПб, 1907; Голицына В. Б., К вопросу об исслед. колебаний зданий, «Известия центр. сейсмич. комиссии», т. 3, СПб, 1910; Mintrop L., Über die Ausbreitung der von den Massendrücken einer Grossgasmaschine erzeugten Bodenschwingungen, Göttingen, 1911; Geiger J., Mechanische Schwingungen u. ihre Messung, B., 1927; Hort W., Technische Schwingungslehre, B., 1922.

**ВИБИАНИТ**, синяя железная руда, минерал химического состава  $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$  (43,03 FeO; 28,29 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 28,68 H<sub>2</sub>O), на воздухе переходит отчасти в основную фосфорнокислую соль окиси железа; твердость 2; уд. в. 2,6—2,7. В залегаёт в двух видах: 1) в микрокристаллическом виде, встречающемся почти во всех геологических отложениях, а в торфе только в погребенных в нем костях животных, и 2) в аморфном состоянии, в виде мелких зерен, образующих в болотной почве землястые гнездообразные отложения. Первоначально белый, В. при окислении на воздухе быстро принимает

голубую окраску, темнеющую до индиго-синего, черновато- или голубовато-зеленого цвета; в сухом порошкообразном состоянии часто бывает окрашен в коричневый цвет. В. встречается преимущественно в березовоольшаниковых и осоковых торфах, на разных глубинах, чему способствуют просачивающиеся через торф грунтовые воды.

В СССР В. встречается во многих болотах, из к-рых можно отметить: Биссеровское близ Москвы, Пустыньское Московской губ., Редкинское Тверской губ., болото бывшей Балашихинской мануфактуры за ст. Реутово М.-К. жел. дор. и др. Из В. можно приготавливать дешевую синюю краску, а также пользоваться им как фосфорнокислым удобрением (опыты проф. Такке и Бехтера). См. *Удобрения*.

Н. Успенский.

**ВИГОНЕВОЕ ПРЯДЕНИЕ** имеет целью выработку вигоневой, а также и угарной пряжи для одежных тканей и вязально-трикотажных изделий. Вигоневой пряжей ранее называли пряжу из шерсти особого вида лам «вигуныя» (*Auchenia Vicugna*), живущих в Кордильерах. В последнее время эту пряжу начали имитировать, вырабатывая ее из чистого хлопка (окрашенного) с добавлением шерсти, а чаще—шерстяных очесов (15—30%). Часто также шерсть заменяют шерстоподобным китайским хлопком местных семян, а хлопок, частично,—высокосортными хл.-бум. угарами.

Вигоневая пряжа вырабатывается по аппаратурному способу прядения, называемому по месту своего возникновения «саксонским». Угарная пряжа вырабатывается или исключительно из угаров или с небольшим прибавлением хлопка. Угарная пряжа вырабатывается гл. обр. суровой; пряжа, выработанная из окрашенного сырья, называется угарной меланжевой. Угарная пряжа вырабатывается различными способами прядения (см. ниже). Угарно-вигоневая пряжа работает исключительно низких №№, от 3 до 12 и гл. обр. №№ 6—8 (по англ. нумерации, где количество мотков по 840 ярдов в 1 англ. фунте показывает № пряжи). Такая пряжа идет на изготовление разного рода бумази, фланелета, байки, вообще для начесываемых теплых тканей, а также для дешевых крестьянских одежных тканей—вигоневых и молескиновых сукон, трико, колумбии, молескинов и пр. В последнем случае примешивание шерстяного волокна, конечно, только повышает достоинство и ценность готовых изделий, придавая им вид шерстяных. Большое применение угарно-вигоневая пряжа имеет при выработке чулок для деревни и трикотажных фуфаек. В этих случаях пряжа работает более отлогая, чем уток.

Сырьем для угарно-вигоневой пряжи служат: хлопок, линтер хлопковый, чахбут, различного рода хл.-бум. угары и, наконец, шерсть и ее угары. Аппаратное прядение позволяет перерабатывать наиболее коротковолосые хлопки местных семян, но обычно для получения вполне добротной, крепкой пряжи берут хлопок американских семян первых сортов. Линтер хлопковый (см. *Линтер*) употребляют I и II стандарта для пряжи №№ 3—8; длина волокна, в среднем, 22 мм. Чахбут употребляют главным образом

одеяльный, городской, как наименее загрязненный и испорченный, с длиной волокна, в среднем, 22 мм. Мягкие фабричные угары идут следующих сортов: очески с барабанов чесальных машин, самочесы со шляпок чесальных, орешки I и II сортов и т. п. Из жестких угаров, после предварительной расщипки, употребляют ткацкую путанку, концы основные, обрезки швейных мастерских и тряпье бумажное. В зависимости от качества часть угаров с более длинным и неповрежденным волокном перерабатывается в более высокие №№ пряжи (8—12), а с более коротким волокном—в №№ 3—6. Для придания пряже шерстистости обычно употребляют очесы или же искусственную шерсть из кашемира (см. *Шерсть искусственная*). Угары, идущие на изготовление угарной или вигоневой пряжи, требуют предварительной обработки: мягкие—очистки от сорн. примесей (сора, песка и т. п.), а жесткие—расщипки их до первоначального состояния в виде волокна. Указанная обработка угаров должна вестись индивидуально для каждого вида в зависимости от его засоренности и волокнистости; то, что является достаточным для одного вида угара, оказывается недостаточным или чрезмерным для других видов.

Машины для подготовительной обработки угаров бывают разные в соответствии с характером обрабатываемых ими угаров. Для сорных мягких угаров, главн. образом орешков, употребляется пыльный волчок (см. *Ватное производство*). Заложенная в машину порция угара подвергается действию тупых пальцев большого барабана, при чем, под влиянием развивающейся центробежной силы, сор через отверстия решетки под барабаном отлетает на пол, под машину, откуда элеватором он выводится наружу; кроме того, имеется вентилятор для отсасывания пыли. Хлопок очищается и разрыхляется на *крейтоне* (см.), состоящем из вертикального вала с дисками, усажеными по периферии стальными пластинками (ножами); диски имеют разные диаметры и все вместе представляет собою конус основанием кверху, окруженный колосниковой решеткой. Действием ножей производится разрыхление хлопка и удаление сора через колосники. Для сорных хлопков употребляют двойные крейтоны, соединенные с поркушайн-опенером. Жесткие угары расщипывают на *цифальных машинах* (см.), имеющих барабаны, покрытые планками с плоскими или круглыми колками. Расщипывание производится действием колков барабана на подаваемый материал, зажатый между двумя приемными валиками. Жесткие угары предварительно расщипываются или на однобарабанном «русском» щипке с редко поставленными колками или на специальной концевальной машине, в

которой барабан, рабочие валики и чистители снабжены крепкими стальными зубьями.

После подготовки угаров приступают к составлению смеси. Состав смесок м. б. очень разнообразен и зависит от требований, предъявленных к пряже, от характера перерабатываемого сырья, от технич. оборудования и от принятого плана прядения. Как правило, в более низкие №№ пряжи (напр. 3—6) можно перерабатывать худшее сырье, чем в более высокие (8—12); то же при работе с меньшей вытяжкой. Пряжа для тканей с густым, длинным начесом д. б. сработана из жирной смеси. По качеству (длина, крепость, засоренность) сырья смеси можно разделить на жирные, средние и тощие (табл. 1).

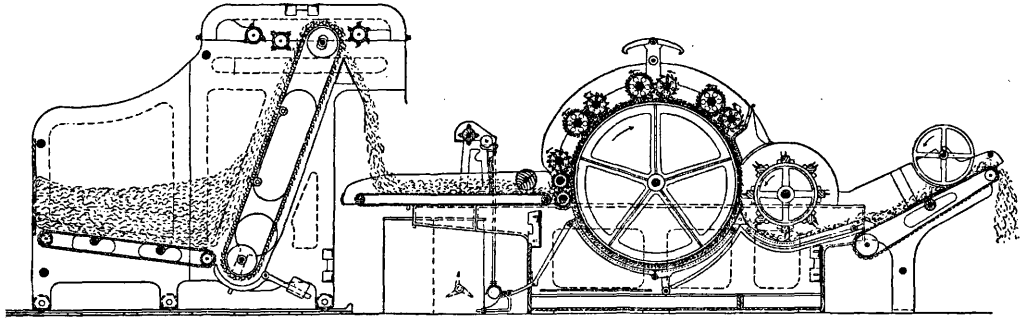
Табл. 1.—Состав смесок по качеству сырья и номерам в процентных отношениях.

СЫРЬЕ	Жирные				Средние				Тощие			
	№ 12	№ 8	№ 6	№ 4	№ 12	№ 8	№ 6	№ 4	№ 12	№ 8	№ 6	№ 4
Хлопок америн. семян	55	40	30	20	15	10	—	—	—	—	—	—
Хлопок местных семян	—	—	—	—	20	15	10	10	—	10	—	—
Концы бел., уточные, Гс., щипан.	45	35	25	25	20	15	10	—	—	—	—	15
Концы сер., уг., Пс. и проч.	—	—	—	—	10	15	15	20	—	30	23	—
Очески барабанные, II с.	—	25	45	55	—	—	—	—	—	—	—	—
Очески барабанные, III с.	—	—	—	—	10	15	15	20	—	15	15	10
Орешек I с.	—	—	—	—	—	10	15	15	—	—	—	—
» II с.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	30	30
Подметь I с., прядильная	—	—	—	—	25	20	20	15	—	—	—	—
Подметь II с., прядильная	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	20
Пух верхних валиков	—	—	—	—	—	—	15	20	—	15	20	25

Для лучшего смешения различных по качеству, а при крашенных смесях—и разных по цвету частей сырья, каждую составную часть смеси предварительно на полу накладывают тонкими слоями одну на другую, вторяя это до 10—15 слоев. При настилании слоев их замазывают, поливая или чистым раствором олеина (7%) или смешанным составом: глицерина 0,2%, мыла 0,6%, соды 0,2%, олеина 1,0%, масла машинного 10,0% и воды 88,0%; это облегчает скольжение волокон при вытяжке нити на селфакторах, лучше связывает их во время обработки и предупреждает их распыление. При расходе яруса материала берется уже вертикально, и т. о. достигается наилучшее смешение. Самое смешение обычно производят на смешивающих волчках (фиг. 1), где смесь помощью зубьев барабана и трех пар валиков разрыхляется и перемешивается. Суровые смеси пропускаются 2-3 раза, а цветные 3-4 раза с целью получения лучшего смешения (меланжа). После смешения смесь на тележках или по трубе переходит в лабазы, где вылеживается 2-3 дня и насквозь пропитывается замазливочным составом, а волокна, после трепания, принимают нормальные свойства. Из лабазов смесь поступает уже в чесальный отдел.

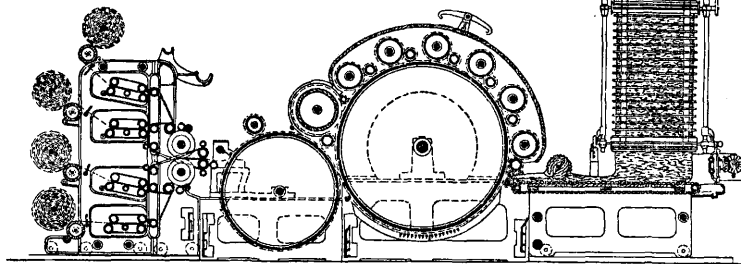
Существуют следующие системы угарного прядения: 1) аппаратная, или саксонская,

2) конденсерная (дерби-дублер) и 3) многокочерная. Все эти системы различаются между собой в процессах чесания, дублирования и вытяжек, и соответственно этому отличаются и ассортименты машин. Аппаратная, или саксонская, система прядения



Фиг. 1.

наиболее распространена в производстве угарно-вигоневой и шерстяной пряжи. Эта система позволяет вырабатывать пряжу с примесью шерсти («вигоневая»). В ней готовая смесь подвергается чесанию на двух- или трехпрочесных аппаратах (фиг. 2). Смесь из лабазов накладывается в ящик самовеса (см. *Ватное производство*, фиг. 8), откуда, при помощи наклонно движущейся решетки с иглами, периодически забрасывается в двусторчатое железное корыто, подвешенное на опорных призмах к двум рычагам с передвижными грузами. Излишек забираемого игольчатых планками решетки материала сбивается качающимся гребнем обратно в ящик, чем достигается еще лучшее перемешивание материала. Оставшийся на иглах материал наполняет подвесное корыто до тех пор, пока рычаги с грузами не придут в равновесие; тогда подача



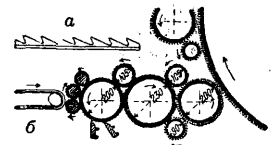
Фиг. 2.

материала прекращается, а содержимое подвесного корыта, благодаря раскрытию дна, выкидывается на горизонтальное бесконечное полотно, подающее материал в кардную машину 1-го прочеса. Т. о. самовес через равные промежутки времени подает равные количества на горизонтальное полотно (приемный столик), передвигающееся за тот же промежуток времени всегда на одну и ту же величину. Прежде чем попасть в чесальную машину, сырье на новейших аппаратах подвергается действию форрейс-аппаратов (фиг. 3), представляющих собою комбинацию валков, обтянутых пилозубчатой проволокой *a* или лен-

той Гарнета б. Попадая в форрейс-аппарат, смесь предварительно раздвигается, растаскивается, что является особенно важным для смесок с низкосортным сырьем и в особенности с жесткими угарами, так как они часто бывают плохо расщипаны; нерасщи-

паные же волокна портят карду чесальных и увеличивают угар пряжи. В этом отношении форрейс-аппараты, дорасщипывая угары, облегчают прочес и предохраняют кардоленту от быстрого изнашивания. С форрейс-аппаратов сырье переходит на чесальные (кардные) машины 1-го прочеса (загонка).

Кардные машины представляют собою валичные машины, где процесс прочесывания производится посредством карды барабана и валков. Поступающий с форрейс-аппарата материал захватывается кардой барабана. Захваченные кардой волокна подвергаются действию карды валков, расположенных вокруг верхней половины барабана. Часть этих валков—рабочие валки, более крупные и медленно вращающиеся, совместным действием с барабаном прочесывают волокна; другие валки (чистители), меньшего размера и быстрее вращающиеся, счищают с первых валков прочесанные волокна и передают их вновь ба-



Фиг. 3.

рабану. Этот процесс повторяется в каждой из 6-7 пар валков. По мере разделения волокон при прочесывании посторонние сорные примеси отлетают, особенно при действии приемного валика. Прочесанные последними валками волокна поднимаются к поверхности карды бегуном, имеющим карду с длинными иглами, и далее счесываются с барабана кардой меньшего барабана, называемого пеньером, или вальяном. Под барабаном помещается колосниковая решетка, препятствующая падению хороших волокон на пол и тем уменьшающая угар. На пеньере имеется очистительный валик, очищающий пеньер

от сора, чем улучшается качество снимаемой гребнем ватки. Для уменьшения пыли все рабочие валики и бегун закрыты крышкой, поднимаемой лишь на время чистки аппарата, которая, в зависимости от качества смеси, производится через 24—48 часов.

Чесальные машины употребляют как однопеньерные, так и двухпеньерные (см. *Ватное производство*). Первые—для более высоких №№ пряжи (№ 8 и выше), вторые—для более низких (3—6). Присутствие второго пеньера дает возможность снять с машины более толстый слой ватки; производительность такой чесальной машины выше на 70—80%. С пеньера прочес, в виде тонкой паутинки, сбивается качающимся гребнем на движущееся в поперечном направлении горизонтальное бесконечное полотно, которое передает прочес, в виде широкой ленты (до 400 мм), рядом бесконечных решетчатых полотен на машину 2-го прочеса (ваточная), где подвешенная решетка, качающаяся по ширине машины, раскладывает материал опять на приемный столик чесальной. Затем снова повторяется процесс прочесывания волокон на этой второй машине. Описанная сейчас система передачи материала с машины 1-го прочеса на машину 2-го прочеса называется шотландским питанием. При переработке очень плохих смесок с коротким волокном, когда сырье из-за плохой сцепляемости нельзя передавать вертикально ваткой (лентой), вместо системы решеток применяют простой способ наматывания ватки на деревянный барабан (простейшая форма пельца). По истечении известного времени палец срывается руками и кладется на питательное полотно машины 2-го прочеса. Снятый с пеньера гребнем паутинообразный прочес идет в конденсер (каретка, секрет или ремешковый делитель), где проходит между двумя валами с впадинами (вальяны), при чем валы расположены так, что выступы одного приходятся против впадин другого. Через впадины проходят бесконечные ремешки (делительные) т. о., что каждый ремешок из своей впадины выходит на выступ другого вала, при чем прочес оказывается разделенным ремешками на узкие полоски (ленточки), прижимаемые ремешками к этим выступам. Существуют каретки (конденсеры) с мелко- и глубокопропорезными вальянами. В первом случае все ремешки одного размера, во втором—двух размеров. Мелкопропорезные вальяны употребляют только при хороших смесях и мягком сырье. Ремешки уносят ленточки и подводят их к той или другой паре сучильных кожаных рукавов; 2—4 пары рукавов расположены одна над другой по всей ширине каретки в натянутом вращающихся их валиками состоянии. Вращением их ленточка прочеса продвигается вперед, а быстро меняющееся поперечное движение сучит ленточку, чем придает ей уплотнение и округление (ровница); в таком виде она наматывается в 10—30 и более концов на длинные палки, в виде бобин, идущих на селфактор или валер.

В последнее время вместо трехпрочесных аппаратов в вигоневом производстве начали употреблять двухпрочесные с аванрена-

ми (см. *Чесальные аппараты*). Авантрен представляет собою чесальную с барабаном меньшего диаметра, с 3-4 парами верхних валиков (вместо 5-6 пар) и с бегуном. Он дает от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{2}{3}$  прочеса нормальной чесальной. Применение аванренов позволяет уменьшить общую длину аппарата, дать более постепенный переход карды по №№ и тем самым дать более постепенный прочес.

Техническая характеристика аппаратов представлена в табл. 2. Аппаратная система

Табл. 2.—Техническая характеристика аппаратов.

Система аппарата	Число Н	Вес нетто, кг	Габарит дл. х шир., мм	Производ., кг/ч	Число оборотов барабана
Трехпрочесный	12	19 000	15 000 × 3 150	12,0	150
Двухпрочесный	11	18 000	11 500 × 3 150	12,0	150
Двухпрочесный с двумя аванренами . . .	12	19 300	13 185 × 3 150	18,0	150

Рабочая ширина 1 800 мм.  
Диаметр барабана 1 270 мм.

прядения получила наибольшее распространение в Германии (Саксония), Чехо-Словакии (Варнсдорф), Польше (Лодзь) и СССР (Центрально-промышленный район).

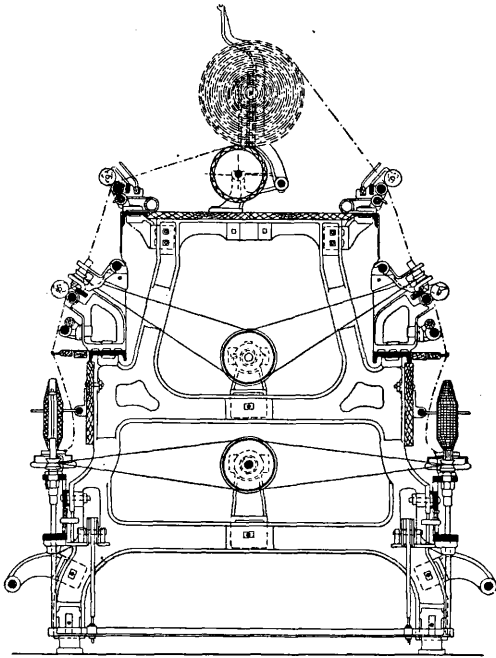
Конденсерная дерби-дублер-система применяется гл. обр. в Англии при выработке суровой пряжи № 6—8 из хлопка (25%) с примесью распиленных концов (75% для № 8). В этой системе работают на чесальных с холстов, приготовляемых на холстовых трепальных (см. *Хлопкопрядение*). Чесальные—также валичного типа, с одним койлером. В этом случае ватка, снятая с пеньера гребенкой, собирается в ленту и при помощи койлера укладывается спиральными кольцами в круглый таз. Выходя из этих тазов, ленты на машине дерби-дублер (см. *Хлопкопрядение*) соединяются в виде скатанного холста, к-рый помещается на чесальную 2-го прочеса с конденсером в одну пару сучильных рукавов. В этом конденсере ватка делится на ленточки специальными дисками, заменяющими ремешки делителей.

Многокойлерная система прядения распространена также гл. обр. в Англии и применяется при лучших угарах. Прочес на второй кардной машине делится не на узкие ленточки, а на 4-6 широких лент, которые идут через койлер, каждая в своей таз. Тазы с лентами идут на банкаброш с вытяжным аппаратом (см. *Хлопкопрядение*), а оттуда, в виде намотанной на катушку и скрученной ровницы, на селфактор или валер также с вытяжным аппаратом.

Селфакторы угарные (см. *Шерстопрядение*) отличаются от селфактора англ. прядения лишь в деталях, обуславливаемых характером угарного волокна, как коротковолокнистого материала. Применяемые в аппаратном прядении селфакторы не имеют вытяжного аппарата—в этом их наибольшее отличие от селфакторов английск. прядения, применяемых в системе многокойлерного прядения. При отсутствии вытяжного

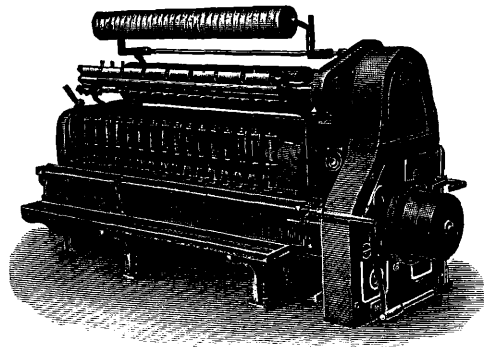
аппарата утонение (вытяжка) ровницы производится лишь кареткой, движущейся быстрее, чем подается ровница. Во время отходного движения каретки, как и на селфакторах англ. прядения, производится лишь слабая крутка для облегчения вытяжки; окончательная же докрутка производится по остановке каретки. Намотка готовой пряжи производится на легкий бумажный патрон.

Ватера, применяемые в аппаратном прядении, бывают двоякого рода: для пряжи №№ 4—8, без вытяжного аппарата, ссучивание ровницы производится в ь ю р к о м



Фиг. 4.

(фиг. 4); для хороших смесок и пряжи № 10—12 применяют ватера с комбинированным вытяжным аппаратом и вьюрком. В Англии употребляют ватера обыкновенные, но с меньшими расстояниями между



Фиг. 5.

валиками. Производительность ватера на 50% выше селфактора (около 1800 килономеров на 1000 веретен в 8 часов). Для пряжи № 1—2,5 применяют так называемые чапон-машины (фиг. 5).

По данным промышленной переписи 1910—1912 гг., в Центрально-промышленном районе было выработано всего около 5000 т угарно-вигоновой пряжи, на что пошло около 6700 т разного рода сырья (хлопка и угаров). В пределах СССР в 1927 г. имелось ок. 123 000 угарных веретен и было выработано 8168 т угарно-вигоновой пряжи. Экономические данные — см. *Текстильная промышленность*.

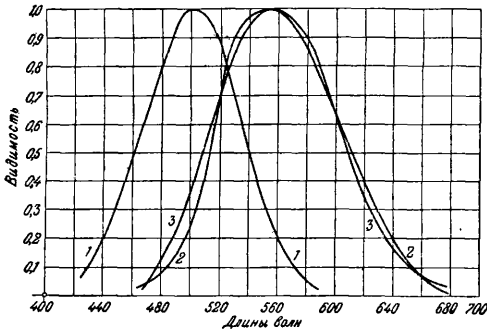
Лит.: Бухонов И. С., Угарное и вигоновое прядение, М., 1923; Коробанов А. С., Угарное прядение, Иваново-Вознесенск, 1927; Фабрично-заводская промышлен. Европ. России в 1910—12 гг., вып. 10, 11, П., 1915. А. Тряпкин.

**Техника безопасности.** Ограждения и защитные приспособления для пыльных и сорных волчков, трепальных машин настилальной системы, концещипальных и чесальных машин валичной системы указаны в статье *Ватное производство*. Выпускная часть «аппарата» должна быть ограждена решетками и футлярами. Угарные селфакторы ограждаются решетками. Погонные колеса д. б. ограждены спереди и сзади каретки соответствующими закрытиями (башмаками); кареточные блоки, скроли, бурачные маховики спереди и сзади машины, канаты, веревки д. б. ограждены в опасных местах футлярами, твердо закрепленными на местах. Зубья «журавля» (квадранта) и передаточная к нему шестерня спереди машины д. б. ограждены футляром; сводный рычаг селфактора должен иметь запорную собачку. Т. к. при подходе каретки к брусу возможно попадание руки пальцу под палку подниточника, селфактор должен иметь автоматич. прибор для чистки бруса и каретки; в противном случае очистка их должна производиться только во время остановки машины. На ватер-машинах опасны корень (зубчатые и ременные передачи) и жестяные веретенные барабаны, и потому они д. б. ограждены футлярами, глухими или съёмными. Кроме всего этого, на машинах вигонового прядения должны быть надежно ограждены всякого рода зубчатые, ременные и веревочные передачи и выступающие концы быстровращающихся валов. Ограждения должны быть прочными, простыми, по возможности, автоматическими и не должны мешать работе. А. Шваробич.

**ВИДИЛО**, плот для сплава бочек со смолой и варом. Основа плота составляет из параллельно расположенных, скрепленных поперечными толстыми жердей, промежутки между которыми несколько меньше диаметра бочек. Бочки укладываются рядами в промежутки, по краям плота делаются из жердей перила, и в таком виде В. сплавляется. Если нужно сплавлять бочки с варом, то жерди заменяются бревнами (часто из сухостоя), т. к. вар тяжелее воды и для удержания всего плота на поверхности воды требуется более солидное основание.

**ВИДИМОСТЬ.** При проникновении лучистой энергии в глаз получаемое ощущение зависит не только от действующей на сетчатку в течение 1 ск. энергии, но и от длины волны колебаний. При одной и той же величине энергии, действующей в 1 ск. на единицу поверхности сетчатки, наибольшее ощущение (при больших интенсивностях и

центральной зрени) дают колебания с длиной волны 555  $\mu$  (в зелено-желтой части спектра). Ощущение быстро уменьшается по обе стороны от этого участка спектра, достигая приблизительно нулевого значения для  $\lambda = 400 \mu$  (фиолетовый конец спектра) и  $\lambda = 750 \mu$  (красный конец спектра). Полагая условно ощущение равным 1 для  $\lambda = 555 \mu$ , можно изобразить ход изменения ощущения кривую, в к-рой по оси абсцисс отложены длины волн (кривая 2 и 3 на фиг.).



Изображенная функция носит название кривой относительной В. излучения (для центральной зрени). При периферич. зрени и слабых интенсивностях кривая В. смещается в сторону коротких волн приблизительно на 50  $\mu$  (кривая 1). Абсолютную величину можно определить, если найти связь между потоком лучистой энергии для  $\lambda = 555 \mu$ , выраженным в W, и световым потоком, дающим световое ощущение и выраженным в люменах. Эта связь известна еще не вполне точно. Приблизительно можно принять, что 1 W потока лучистой энергии дает 620 люменов светового потока при  $\lambda = 555 \mu$ . Для других  $\lambda$  абсолютная В. может быть получена умножением 620  $\frac{\text{люменов}}{\text{ватт}}$  на величину относительной видимости.

В виду важности кривой В. для различных светотехнич. расчетов приводится таблица зависимости между длиной волны  $\lambda$  и относительной В. для среднего человеческого глаза. Таблица составлена на основании американских данных (P. Nutting, «Journal of the Optical Society of America and Review of Scientific Instruments», Ithaca, New York, 1920, 4, p. 233).

$\lambda$	Относит. В.	$\lambda$	Относит. В.
400	0,0004	580	0,870
420	0,0040	600	0,631
440	0,023	620	0,380
460	0,060	640	0,170
480	0,139	660	0,059
500	0,323	680	0,016
520	0,670	700	0,0041
540	0,942	720	0,0010
550	0,993	740	0,00025
560	0,996	760	0,00006
570	0,952		

Лит.: Майзель С. О., Оптика, Л., 1923; Martin L., Colour and Methods of Colour Reproduction, London, Glasgow and Bombay, 1923. С. Майзель.

**ВИДИМОСТЬ СИГНАЛОВ**, т. е. расстояние, на котором они воспринимаются глазом с достаточной отчетливостью, является функцией целого ряда факторов, которые были предметом неоднократных исследований ряда физиков и физиологов, при чем можно

считать установленными следующие главнейшие положения о видимости сигналов.

1) Для сигналов, не светящихся собственным светом: а) цвет сигналов различается издали лучше, чем форма их; однако при падении на окружающие сигнал поверхности лучей от некоторых посторонних источников света возможно неправильное восприятие цвета; поэтому для дневных сигналов, повидимому, рациональнее пользоваться отличиями не по цвету, а по форме сигнального прибора; б) наиболее хорошо различается красный цвет, затем зеленый и желто-оранжевый; в) В. с. пропорциональна их линейным размерам, а не площади; из поверхностей, имеющих одинаковую площадь, наиболее видимыми издали являются продолговатые по форме контуров; г) щит дл. в 1,75 м и шир. в 0,4 м, проектирующийся на небо, при среднем состоянии погоды виден невооруженным глазом на расстоянии до 7,5 км; д) на В. с. большое влияние оказывает фон, на к-рый сигнал проектируется: чем более контрастен по цвету фон и сигнал, тем больше, до некоторых пределов, видимость последнего.

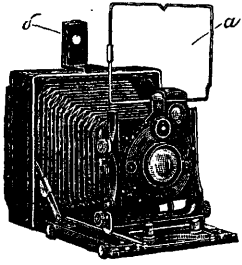
2) Для сигналов, светящихся собственным светом: а) видимость сигнального огня пропорциональна его размерам и яркости; б) если видимость белого огня в ночное время принять за 1, то при прочих равных условиях видимость красного огня будет равна  $\frac{1}{3}$ , зеленого —  $\frac{1}{5}$  и синего —  $\frac{1}{7}$ ; в) одноцветные огни не м. б. различаемы глазом как отдельные, если расстояние между ними меньше 0,001 расстояния их от наблюдателя. Вообще говоря, В. с. обратно пропорциональна квадрату расстояния от него наблюдателя. Однако светящиеся сигналы, световые лучи к-рых искусственно (помощью рефлекторов или линз) направлены параллельно, этому закону не подчиняются, и видимость их во много раз увеличивается.

В. с. сильно зависит: от прозрачности атмосферы (присутствие в ней пыли, пара, углекислого газа сильно уменьшает видимость), от давления ее (с увеличением давления В. с. уменьшается), от времени дня и года (по утрам и летом В. с. лучше) и, конечно, от состояния погоды.

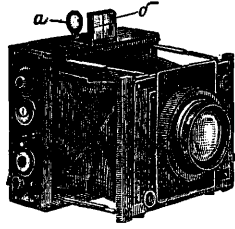
Лит.: Рогинский Н. О., Железнодорожная сигнализация и ограждение безопасности следования поездов, вып. 1, М., 1925; Die Eisenbahntechnik der Gegenwart, herausg. v. Barkhausen, Blum u. andere, B. 1, Berlin, 1911. Н. Рогинский.

**ВИДИТЕЛЬ**, визи р, прибор, прикрепляемый к фотографическим камерам и позволяющий фотографу определить, какая часть видим. пространства попадает на пластинку. В. обычно применяется в маленьких аппаратах и для моментальных съемок, когда наводка по матовому стеклу невозможна. Наиболее совершенными являются: рамочный В. (фиг. 1), в виде рамки а, имеющей размер пластинки, прикрепляемой к передней доске камеры. Для того, чтобы фиксировать глаз наблюдателя, на задней доске камеры, на расстоянии от В., равном фокусному расстоянию объектива, укрепляется диоптр: металлич. рамка б с маленьким отверстием, через которое наблюдатель рассматривает объект съемки.

Поле зрения, видимое в рамку, попадает на пластинку. Видоискатель Ньютона (фиг. 2)—вогнутая линза, вставленная в



Фиг. 1.



Фиг. 2.

прямоугольную рамку *б*, дает мнимое изображение, рассматриваемое через диоптр *а*, иногда также снабжаемый линзой.

В зеркальных *В*. изображение, даваемое простым объективом, отбрасывается вверх зеркалом, наклоненным на  $45^\circ$  по отношению к оптической оси, и попадает либо на матовое стекло либо на выпуклую линзу (блестящий *В.*); в последнем случае глаз рассматривает мнимое изображение. В нек-рых камерах *В*. служит вогнутое металлич. зеркало.

В зеркальных камерах (см. *Камеры фотографические*) *В*. служит сама камера. В момент съемки зеркало, отбрасывающее изображение от объектива на матовое стекло на верхней доске камеры, откидывается, и изображение попадает непосредственно на пластинку. В стереоскопических камерах *В*. обычно располагается посредине и снабжается иногда третьим объективом такого же качества, как и первые два.

В кинематографических съемочных камерах применяются либо описанные уже *В*. либо узкая дополнительная камера с светосильным объективом, матовым стеклом, на к-ром получается изображение, и набором прямоугольных диафрагм, ограничивающих поле изображения в соответствии с применяемым объективом съемочной камеры. В нек-рых американских кинокамерах применяется особое приспособление, позволяющее отбросить самое изображение, попадающее на фильм, в параллельный камере видоискатель, состоящий из двух прямоугольных призм и небольшой зрительной трубы.

**А. Рабинович.**

**ВИЗИРНЫЕ ПРИБОРЫ** служат для практического решения геодезич. задачи: зная положение одной точки, определить относительное положение другой точки по горизонтальному или вертикальному направлениям. *В. п.* устраиваются так, что в них отмечается визирная ось или визирная (коллимационная) плоскость. В инструментах с диоптрами *В. п.* служат диоптры, в которых точка узкой прорези одного из них и волосок другого определяют визирную плоскость, а в инструментах со зрительными трубами для визирования отмечена визирная ось — воображаемая линия, к-рая соединяет точку пересечения креста нитей в окуляре с оптич. центром объектива; при вращении трубы вокруг ее горизонтальной оси вра-

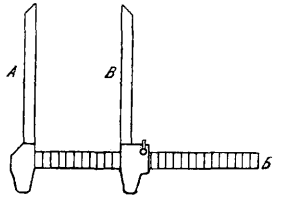
щения визирная ось описывает плоскость — коллимационную, при помощи которой и производится визирование. В угловых инструментах *В. п.* дают возможность определить взаимное расположение точек в горизонтальной плоскости, а в нивелирах — в вертикальной (см. *Геодезические приборы*). На земляных работах и при укладке труб в земле применяется для визирования так называемый визирный крест, состоящий из двух деревянных брусков, соединенных под прямым углом в виде буквы *Т*.

**ВИКТОРИЯ-ГОЛУБОЙ**, *В. Р.*, 4*Р*, триарилметановые красители (см. *Красящие вещества синтетические*), заключающие нафталиновые ядра либо в ауксохромовой группе (марка 4*Р*) либо в непосредственной связи с центральным углеродом (марка *В*); марка *Р* идентична с новым *виктория голубым* марки *В*. Все марки *В.г.* — очень красивые, но непрочные к свету красители, употребляются в крашении шерсти, иногда в ситцепечатании.

**ВИЛКА МЕРНАЯ**, прибор для определения диаметров деревьев и круглых сортиментов делового леса (бревен, жердей, столбов и т. п.). *В. м.* состоит из двух скрепленных под прямым углом прямых планок, из к-рых одна *А* носит название неподвижной ножки, а другая *Б* — линейки. На линейке наносятся деления, соответствующие тем мерам, в которых измеряется толщина ствола, при чем 0 на этой линейке ставится на месте ее сочленения с неподвижной ножкой. По линейке движется третья планка *В*, называемая подвижной ножкой. Прикладывая плотно к стволу обе неподвижно скрепленные части вилки, доводят подвижную планку до касания ее к поверхности ствола. Расстояние по линейке между краями неподвижной и подвижной планки показывает диаметр дерева или бревна.

*Лит.:* Орлов М., Лесная таксация, стр. 50—54, Л., 1925; Турский Г., Лесная таксация, стр. 11—23, Москва, 1927.

**ВИЛЛИСА ТЕОРЕМА** устанавливает основное требование, которому должны удовлетворять профили зубцов зубчатых колес при правильной передаче, удовлетворяющей условиям непрерывности зацепления и постоянства передаточного числа зубцов. Пусть *А* и *В* — зубцы двух колес, соприкасающиеся в точке *Д*, при чем  $O_1$  и  $O_2$  — оси вращения колес. Скорость точки *Д*, принадлежащей зубцу *А*, равна  $v_1 = \omega_1 R_1$ , скорость той же самой точки *Д*, но принадлежащей зубцу *В*, равна  $v_2 = \omega_2 R_2$ , где  $\omega_1$  и  $\omega_2$  — угловые скорости, а  $R_1$  и  $R_2$  — радиусы-векторы. Разложим  $v_1$  и  $v_2$  на их составляющие по направлениям: *NN* — общей нормали к профилям в точке *Д* и *ТТ* — общей касательной. Из чертежа видно, что  $\frac{c_1}{v_1} = \frac{R_1}{v_1}$ , откуда  $c_1 = v_1 \frac{R_1}{v_1} = \omega_1 \rho_1$ . Равным образом  $c_2 = v_2 \frac{R_2}{v_2} = \omega_2 \rho_2$ , где  $\rho_1$  и  $\rho_2$  — длины



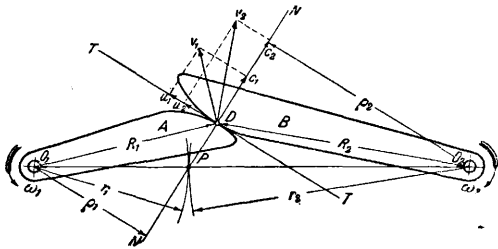


перпендикуляров, опущенных из центров  $O_1$  и  $O_2$  на линию  $NN'$ . При правильной передаче  $c_1 = c_2$ , т. к. зубцы не могут внедриться друг в друга и отстать один от другого; следовательно,  $\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$ , откуда  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1}$ .

Для равномерности хода это отношение д. б. постоянным. Из чертежа видно, что

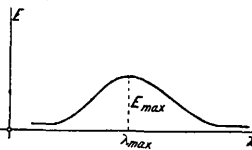
$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{O_2 P}{O_1 P} = \frac{r_2}{r_1} = i = \text{Const},$$

где  $i$  — передаточн. число,  $O_2 P = r_2$  и  $O_1 P = r_1$  — радиусы начальных окружностей пары зубчатых колес; но  $O_1 O_2 = r_1 + r_2$  есть величина постоянная, поэтому точка  $P$  — пересечение нормали к профилям с линией центров — получает неизменное положение на линии центров. Т. о., по В. т., профили зубцов д. б.



подобраны так, чтобы в любой момент движения общая нормаль к ним в точке касания проходила через одну и ту же точку  $P$ , к-рая называется полюсом зацепления и является заданной точкой касания начальных окружностей для данной пары зубчатых колес.

**ВИНА ЗАКОН СМЕЩЕНИЯ** состоит в том, что при лучеиспускании абсолютно-черного тела произведение длины наиболее интенсивной волны  $\lambda_{max}$  на абсолютную температуру тела  $T^\circ$  равно постоянной:  $\lambda_{max} \cdot T = \text{Const} = 0,288$ , при  $\lambda_{max}$  в см. Энергия лучеиспускания  $E$



распределяется между волнами разной длины по кривой, изображенной на прилагаемом чертеже, меняющей свой вид с  $T^\circ$ . Максимум кривой при повышении  $T^\circ$  смещается в сторону более коротких волн, а максимальная ордината  $E_{max}$  растет пропорционально  $T^6$ , т. е.  $E_{max} = C \cdot T^6$ . В. з. с. пользуются при измерении высоких температур. В. з. с. является следствием более общего закона, выведенного Вином из термодинамических соображений:

$$E_\lambda = \frac{c^2}{\lambda^5} F\left(\frac{\lambda T}{c}\right),$$

где  $c$  — скорость света,  $F$  — некоторая функция аргумента  $\frac{\lambda T}{c}$ .

**ВИНА-ПЛАНКА ЗАКОН ИЗЛУЧЕНИЯ** абсолютно черного тела дает зависимость между абсолютной температурой черного тела и излучением для разных длин волн. Установленный Планком (Planck) закон имеет следующую форму:

$$I_\lambda = c_1 \lambda^{-5} \left( e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right)^{-1},$$

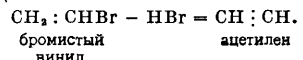
где  $c_1$  и  $c_2$  — постоянные,  $\lambda$  — длина волны и  $T$  — абс. темп-ра. Этот закон проверен во всех частях спектра для различных темп-р, до самых высоких, и оказался вполне точно выражающим действительные соотношения. Наиболее характерная постоянная  $c_2$  неоднократно определялась и оказалась равной 1,430, если выражать длины волн в см. Постоянную  $c_1$  можно принимать равной  $37,0 \cdot 10^{-6}$  (сист. CGS). Произведение  $I \cdot d\lambda$  выражает излучаемую с  $1 \text{ см}^2$  черного тела в течение 1 ск. лучистую энергию, в части спектра, заключенной между длинами волн  $\lambda$  и  $(\lambda + d\lambda)$ . Закон Вина (выведенный в действительности раньше закона Планка) представляет упрощение закона Планка и выражается первым членом разложения формулы Планка в ряд, а именно:

$$I_\lambda = c_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}}$$

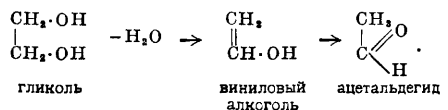
(значения букв те же, что и выше). Эта формула, с достаточной только для практики точностью, дает зависимость между  $I_\lambda$ ,  $\lambda$  и  $T$  в видимой части спектра; к инфракрасной части его она применима плохо. Удобство ее заключается в том, что ее легко логарифмировать. Она применяется как основание расчета темп-ры в оптической пирометрии.

**С. Майсель.**

**ВИНИЛОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**, органич. вещества, содержащие в своей молекуле радикал в и н и л ( $\text{CH}_2 : \text{CH}-$ ). В. с. относятся к классу *ненасыщенных соединений* (см.) и потому обладают свойством присоединять различные вещества, в первую очередь галоиды и галоидоводородные кислоты. Галоидные В. с. имеют галоидный атом непосредственно у двойной связи и отличаются от других галоидных oleфинов тем, что при действии едких щелочей или алкоголятов не превращаются в соответствующие спирты или эфиры, а отщепляют частицу галоидного водорода, переходя при этом в ацетилен:

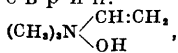


Большая устойчивость галоидных В. с. по сравнению с галоидными алкилами или алкенами обнаруживается также при действии на них уксуснокислого серебра, натрий-малонового эфира, спиртового раствора аммиака, щелочных или серебряных солей цианистоводородной к-ты; так, бромистый винил даже при сильном нагревании с этими реактивами вовсе не изменяется. Виниловый алкоголь до сих пор выделен не был; в тех случаях, когда можно было бы ожидать его образования, почти всегда получается ацетальдегид, например при отнятии частицы воды от гликоля:



Вполне вероятно, что обычный ацетальдегид представляет собой аллотропную систему (см. *Таутомерия*), содержащую небольшое количество винилового алкоголя. Производи. винилового алкоголя, наоборот,

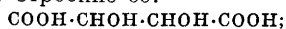
вполне устойчивы, например дивиниловый эфир  $(\text{C}_2\text{H}_5:\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ . Из других В. с. noteworthy интерес представляют: дивинилсульфид  $(\text{C}_2\text{H}_5:\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{S}$  — маслянистая жидкость с запахом чеснока, являющаяся главной составной частью эфирного масла из медвежьего лука (*Allium ursinum*), и гидрат окиси триметилвиниламмония, так называемый неврин.



вещество, находящееся в крови животных и играющее важную роль в физиологической химии. Неврин образуется при гниении мяса и при других ферментативных процессах из лецитина — вещества, широко распространенного в растительных и животных тканях. Практическое значение В. с. получили лишь в последнее время, после того как англичанами (1921 г.) был расшифрован состав и способ получения изобретен. американцем Льюисом боевого отравляющего вещества — лизита (см. *Боевые отравляющие вещества*), представляющего собой смеси различн. хлорвинилхлорарсинов. **С. Медведев.**

**ВИННАЯ ЯГОДА**, смоквица, инжир, фи́га, *Ficus carica* L., сем. Moraceae, дерево с гладкой сероватой корой и 3—5-лопастными кожистыми шероховатыми листьями. Родина В. я. — Малая Азия. Дикая смоквица (*Ficus carica silvestris*), или капрификус, — однодомное растение с разнополными цветами, а культурная В. я. (*Ficus carica domestica*) — двудомное растение. Женские растения, составляющие предмет культуры, производят сладкие сочные плоды, известные под названием В. я. Относительно небольшое число сортов смоквицы дает т. н. партенокарпические плоды. В. я. приносит один-два, редко — три урожая в год в зависимости от климатич. условий. Культурные сорта размножаются черенками, отводками и прививкой. В. я. разводится в южн. и ю.-з. Европе (Греция, Италия, Франция, Испания, Португалия), в М. Азии, Африке, Австралии и в Америке. В СССР В. я. разводится на южном берегу Крыма и в Закавказьи. Сушеная В. я. является распространенным рыночным продуктом. Лучшими В. я. считаются сми́рские. Для сушки употребляют совершенно зрелые плоды со стебельками. Перед сушкой их погружают в слабый раствор соды, укладывают стеблевыми концами на сита и окуривают серой. Затем В. я. подвергается сушке — солнечной или огневой. Выход сушеного продукта до 40%. Плоды В. я. в сушеном виде содержат (по Черевиннову): воды ок. 28%, жира 1—2%, сахара 50—70%, азотист. веществ 3—4%. **П. Шитт.**

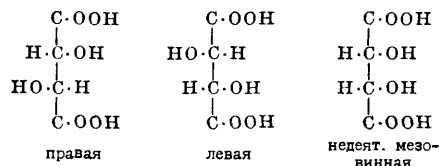
**ВИННЫЕ КИСЛОТЫ.** Винокаменная к-та, или правая винная к-та, или диоксиантарная к-та *Acidum tartaricum*  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ , выделена впервые Шееле (Scheele) в 1768 г.; представляет собою бесцветное твердое тело без запаха, кристаллизующееся в виде моноклинических призм,  $t_{\text{пл.}} 170^\circ$ . Строение ее:



растворимость в воде сильно возрастает с повышением  $t^\circ$ . Так, при  $0^\circ$  в 100 г воды растворяется 115 ч., при  $100^\circ$  — 343 ч.; рас-

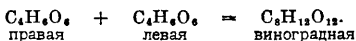
творяется также в 4 ч. абсолютного этилового алкоголя, в 2,5 ч. 90%-ного спирта, в 250 ч. чистого эфира и в 50 ч. обыкновенного эфира;  $D_4^{20} = 1,7598$ . Водные растворы вращают плоскость поляризации вправо, откуда и происходит название к-ты. Удельное вращение для 20%-ного раствора равно  $[\alpha]_D^{20} = +12$ . Величина вращения зависит от концентрации раствора (уменьшается с увеличением концентрации и наоборот), от  $t^\circ$ , а также и от природы растворителя; прибавление минеральных кислот и других веществ влияет на способность вращения. При некоторых условиях (например в ультрафиолетовом свете) пересыщенный раствор правой кислоты может вращать влево. При нагревании несколько выше  $t_{\text{пл.}}$  В. к. переходит в т. н. метавинную кислоту, представляющую собой, по охлаждению, аморфную резиноподобную гигроскопическую массу, плавящуюся при  $120^\circ$  и также вращающую вправо. Строение метавинной кислоты мало выяснено; по всей вероятности, она является одним из ангидридов В. к. Соли метавинной кислоты в водном растворе при кипячении переходят обратно в соли обыкновенной В. к. При нагревании выше  $170^\circ$  правая В. к. отщепляет воду и образует также ангидридоподобное соединение состава  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_{11}$  — некристаллизующуюся дивинную кислоту; при долгом нагревании при  $180^\circ$  образуется ангидрид правой В. к.  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_5$  или  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_{10}$  — белый, нерастворимый в воде порошок. При нагревании В. к. выше  $180^\circ$  наступает почернение, появляется запах жженого сахара, и к-та в конце концов разлагается на ряд продуктов.

Известны четыре модификации В. к., которым соответствует одна и та же химическая формула. Эти различные модификации являются изомерами, отличающимися друг от друга расположением групп в пространстве. Вследствие этого В. к. по-разному относятся к поляризованному лучу, а именно: обыкновенная правая В. к. вращает, как уже сказано, вправо, влево, тогда как сходная с ней по строению левая к-та вращает влево. Кроме того известны две недействительные кислоты: мезовинная, или антивинная, и виноградная, или паравинная (*Acidum racemicum*). Строение В. к. в пространстве можно себе представить таким образом:



В химическом отношении обе оптически действительные винные кислоты вполне тождественны. Различие в свойствах правой и левой кислот наблюдается в некоторых свойствах их солеобразных соединений с оптически действительными алкалоидами. Так, например, цинхониновая соль правой винной кислоты легко растворяется в безводном спирте, между тем как аналогичная соль левой кислоты растворяется только в 340 частях безводного спирта (Pasteur).

Оптически недеятельные вещества могут получаться путем смешения в одинаковых количествах право- и левовращающих форм, образуя т. н. *рацематы* (см.). У В. к. рацематом является виноградная кислота, имеющая двойной мол. вес по сравнению с обыкновенной В. к.:



При некоторых условиях она обратно распадается на оптически деятельные формы, т. е. на правую и левую кислоты. Виноградная кислота плавится при 203—206° и содержит две молекулы кристаллизационной воды. Виноградная к-та м. б. получена при нагревании с водой левой и правой винных к-т.

Другой вид оптически недеятельных веществ представляет к-та мезовинная, имеющая тот же мол. вес, что и деятельные к-ты  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$ ; она не расщепляется на оптически деятельные формы, кристаллизуется с одной частицей воды и, будучи высушена, плавится при 143°. При нагревании с небольшим количеством воды при 175° мезовинная кислота переходит в виноградную.

В. к. сыграли большую роль в изучении вопроса о расположении атомов органических соединений в пространстве. Из четырех винных к-т наибольшее технич. значение имеет правая. Она встречается в свободном состоянии или в виде солей в фруктах, овощах, корнях, листьях и друг. частях растений; в животном организме она пока не найдена.

Главнейшим источником получения правой В. к. являются отбросы винного производства: винный камень или продукты, его содержащие,—виноградные выжимки и винные дрожжи. Производство правой В. к. сводится к получению чистого виннокислого кальция, из которого при помощи серной к-ты добывается свободная кислота. Вследствие большого содержания виннокислых солей в винном камне (от 72 до 88%) он является наилучшим исходным материалом для получения правой В. к. Однако спрос на нее значительно превышает предложение винного камня, и поэтому в производствах большого масштаба правую В. к. получают из винных дрожжей. Для этой цели после предварительного отгона летучих продуктов прессуют, сушат в сушильных помещениях и выпускают в продажу в кусках неправильной формы, величиной с кулак. В дрожжах эта кислота содержится как в свободном состоянии, так и в виде калиевых и кальциевых солей, при чем содержание последних колеблется в зависимости от сорта винограда. В продаже различают дрожжи по содержанию В. к. или виннокислого кальция: итальянские—20—30% кислоты и около 5—6% виннокислого кальция; французские—20—25% к-ты; австрийские, румынские, сербские и болгарские дрожжи—16—22% кислоты. Особенно ценятся дрожжи с о-вов Средиземного моря, содержащие до 30—40% к-ты. Испанские дрожжи содержат 20—35% к-ты и большой % винного камня. В технике существует несколько методов получения правой В. к.

1) Способ декантации и—самый старый, применяемый иногда и сейчас, особенно на небольших производствах. Он состоит в

том, что дрожжи подвергают обработке холодной или горячей соляной к-той, при чем в раствор переходит В. к., которую затем нейтрализуют известковым молоком или мелом, декантируют (сливают с осадка) и фильтруют. Чтобы облегчить фильтрование образующегося виннокислого кальция от слизистого осадка, тонко размолотые дрожжи сперва нейтрализуют известковым молоком, а затем обрабатывают всю массу серной кислотой; тогда свежесоздавшийся гипс удерживает дрожжи в мелкоизмельченном состоянии, что облегчает фильтрование освобождающейся В. к. Недостаток этого способа заключается в том, что получают большие количества жидкостей и небольшой выход винной кислоты.

2) Способ Дитриха применяется к сухим дрожжам: исходный продукт разводят водой в чанах и перегоняют при помощи колонки Савалья (см. *Винокурение*); остаток загружают в автоклав, снабжен. мешалкой, куда пропускают пар, сначала с открытым клапаном, для вытеснения воздуха; затем клапан закрывают и, когда давление достигнет 4 atm, регулируют клапан так, обр., чтобы давление было постоянным. При плохих дрожжах нагревание ведут в течение 4 ч., при хороших сортах достаточно 2-3 ч. нагрева при 3 atm. После нагревания содержимое автоклава выливают в деревянные ящики, внутри оцинкованные, и разлагают соляной кислотой. Полученную таким образом темную массу фильтруют через фильтр-прессы при помощи джутовых полотнищ или, еще лучше, через полотнища из верблюжьей шерсти. Кислые растворы собирают, нейтрализуют известковым молоком и отфильтровывают, как и при декантации.

3) При нейтральном способе Раша (Rasch) дрожжи подвергают предварительной стерилизации, так как в виду длительности операции необходимо устранить возможность разложения виннокисл. кальция деятельностью бактерий. Для этой цели дрожжи нагревают до 110—120°, в специальных трубах или в автоклаве при 3 atm, и хорошо просушивают. После этого дрожжи размешивают с водой особыми мешалками в деревянных сосудах; затем к смеси прибавляют некоторое количество  $\text{CaCl}_2$  и постепенно, в течение 3 ч., нейтрализуют известковым молоком при  $t^\circ$  не выше 20—25°.

Методы декантации и Раша неудобны тем, что при фильтровании происходят большие потери, и поэтому в технике чаще всего применяют метод Дитриха.

4) Еще лучше способ Ковнатского (Kownatsky)—«нейтральный под давлением», имеющий то преимущество, что дает очень небольшие потери и хорошо фильтрующиеся растворы. По этому способу поступают так: грубо размолотые дрожжи размешивают в деревянном чане с водой, взятой в трехкратном объеме, кипятят, нейтрализуют известковым молоком и нагревают в автоклаве паром при 3 atm в течение 2-3 час. После этого массу выливают в открытый железный сосуд, охлаждаемый снаружи водой, и прибавляют  $\text{CaCl}_2$ . Температура постепенно падает до 20—15°. После этого всю массу фильтруют через железный фильтр-пресс

и хорошо промывают. Раствор оставляют вместе с промывными водами для отстаивания на 24 часа, после чего его отфильтровывают от осадка. Опыты четырех германских заводов дали выходы, более чем на 50% превышающие выходы по способам Раша и Дитриха.

Есть еще способ, указываемый в английской литературе: исходным продуктом для получения В. к. по этому способу служат остатки после сливания вина, состоящие из смеси выжимок, дрожжей и винного камня. Эту смесь нагревают до 150—200°, благодаря чему все красящие пигменты разрушаются и минеральные примеси превращаются в нерастворимые соединения. Раскрошенный продукт сушат на решетках в токе индифферентного газа, напр. углекислоты. После этого всю массу растворяют в разбавленной соляной к-те и фильтруют; В. к. осаждают в виде кальциевой соли и затем подвергают обработке серной кислотой.

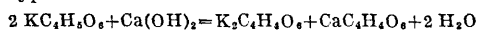
Для выделения свободной В. к. из кальциевой соли, последнюю размешивают с водой, прибавляют серной к-ты (100 ч. соли требуют 52,12 ч. серной кислоты) и раствор упаривают до 30° Вё, после чего отфильтровывают выделившийся гипс. Фильтрат оставляют стоять в свинцовых чанах и освобождают его от мышьяковистых и свинцовых соединений обработкой сернистым барием; после повторного фильтрования сгущают до 48° Вё, при чем выделяются кристаллы первой кристаллизации (SI). Маточник упаривают до 50° Вё и получают кристаллы второй кристаллизации (SII); дальше упаривают до 54° Вё и получают кристаллы третьей кристаллизации (SIII). Остающийся густой сироп разбавляют водой до 25° Вё, очищают и перерабатывают также на виннокислый кальций. Полученные неочищенные кристаллы В. к. растворяют в воде; раствор очищают от железа при помощи железистосинеродистого калия и освобождают сернистым барием от свинца и мышьяка. Бесцветную жидкость, 30° Вё, упаривают до 40° Вё и оставляют в покое на 8 дней для кристаллизации. Для получения больших прозрачных кристаллов, требуемых рынком, полезно прибавлять в кристаллизующийся раствор небольшое количество серной кислоты. Этого не делают, если В. к. предназначается для медицинских целей. Медицинскую В. к. перекристаллизовывают из фарфоровой посуды.

В. к. применяют гл. обр. в красильном производстве—в качестве протравы, в ситце-набивном деле—для получения белых и розовых рисунков по красному фону, а также для изготовления лимонадов и шипучих вод—вместо лимонной к-ты, которая значительно дороже. В. к. входит в состав т. н. содовых порошков для печения, применяется в фотографии и медицине.

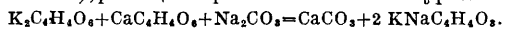
Из солей В. к. наибольшее значение имеют соли правой В. к., так наз. т а р т р а т ы. В. к., как двусосновая кислота, дает два ряда солей: кислые и средние; средние соли щелочных металлов легко растворяются в воде, чем отличаются от остальных солей, которые трудно или вовсе нерастворимы в воде. Важнейшие из солей следующие.

Сегнетова соль, двойная соль калия-натрия,  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , получается из винного камня (см. ниже) в виде больших бесцветных прозрачных ромбических кристаллов с уд. в. 1,767 и  $t_{\text{пл.}}^{\circ} 70-80^{\circ}$ ; водный раствор ее—правовращающий; в спирте сегнетова соль нерастворима; при 100° тегнет 3 части кристаллизационной воды и 4-ю—при 130°; применяется в медицине как слабительное.

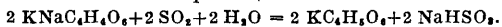
В и н н ы й к а м е н ь—к р е м о р т а р т а р, кислый виннокислый калий,  $\text{KC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ , в природе находится в соке многих ягод (в винограде); образуется при брожении вин, в виде осадка в бродильных чанах, а также при «выдерживании» вин, на внутренних стенках бочек в виде темных твердых корок; этот «сырой» винный камень состоит из смеси кислого виннокислого калия и виннокислого кальция и различных примесей и загрязнений. Для очистки винного камня, гл. обр. для отделения от него виннокислого калия, существует много способов; один из лучших—следующий: 1 000 кг тонко размолотого сырого продукта загружают в деревянный чан, разводят в 3 000 л воды, прибавляют известкового молока 30° Вё до щелочной реакции раствора и кипятят; в результате реакции получается средний виннокислый калий и виннокислый кальций по уравнению:



(для облегчения процесса прибавляют еще какой-нибудь соли калия, лучше поташа, в количестве, соответствующем содержанию кальция в сыром винном камне); затем прибавляют раствор концентрированной соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в количестве, нужном для полного перевода виннокислого калия в углекислый кальций (проба—щавелевокислым аммонием); реакция протекает согласно ур-нию:



В растворе остается сегнетова соль; ее отфильтровывают в деревянных или железных фильтрах через толстые полотнища; раствор д. б. чист и бесцветен. Для получения винного камня из сегнетовой соли ее помещают в закрытый сосуд, куда вводится сернистый ангидрид, который разлагает сегнетову соль и дает бисульфит натрия и винный камень по реакции:



Получаемый т. о. 98—99%-ный винный камень отфильтровывают, отжимают на центрифуге, промывают, сушат и просеивают. Чистый винный камень—маленькие бесцветные кристаллы, кисловатого вкуса, растворяющиеся в 180 ч. холодной и 15 ч. горячей воды и нерастворимые в спирте. Винный камень находит большое применение в технике: в крашении тканей—как протрава, в гальванотехнике—при лужении меди, в пекарном деле—входит в состав пекарных порошков—и в медицине; кроме того, из винного камня вырабатывают винную кислоту и сегнетову соль.

С р е д н я я в и н н о к а л и е в а я с о л ь  $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ —бесцветные моноклинические кристаллы, растворимые в  $\frac{1}{2}$  ч. воды; получается из винной к-ты или из винного камня обработкой поташом  $\text{K}_2\text{CO}_3$  или

бикарбонатом калия  $\text{KHC}_2\text{O}_3$ ; 100 ч. винного камня разводят в 100 ч. воды и нагревают с 37 ч. поташа или 54 ч. бикарбоната калия; получающуюся в растворе  $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$  отфильтровывают и выпаривают; соль применяется в медицине.

Рвотный камень, двойная соль калия и сурьмы,  $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  бесцветные ромбич. кристаллы уд. веса 2,607, легко выветривающиеся и легко растворяющиеся в воде: при  $15^\circ$ —в 25 ч. и при  $100^\circ$ —в 3 ч. воды. Водный раствор—сладковатого вкуса, с неприятным металлическим привкусом; в спирте соль нерастворима. Приготовляют рвотный камень из чистого винного камня (5 ч.) кипячением с окисью сурьмы (4 ч.) в 40 ч. воды; из горячего раствора выпадают кристаллы рвотного камня. Применяется он в крашении тканей—как протрава, в приготовлении цветных лаков и в медицине—как рвотное средство.

Соль калия и закиси железа употребляется для железистых ванн.

В СССР винокамennую к-ту изготовляют на одесском з-де «Химуголь», производство которого не покрывает, однако, потребности страны. Сырье (винный камень и виннокислый кальций) ввозится из Италии, Греции и южной Франции. Однако з-дом уже проделан ряд работ для перехода на русское сырье, для чего в винодельч. районах Крыма и Кавказа были произведены опыты по переработке отбросов виноделия.

Лит.: Voss H., Die Fabrikation d. Kaliumbitratri und d. Weinsäure, «Ch.-Ztg.», 1921, Jg. 45, p. 309; An. П., 1904, 11991; Fr. Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie, B. 12, B.—Wien, 1923; Schmidt E., Ausführliches Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie, B. 2, 6 Auflage, Braunschweig, 1922—23.

А. Беркгейм.

**ВИНОГРАДАРСТВО**, отрасль сел. хозяйства, объектом культуры которой является виноград. Культурный европ. виноград (*Vitis vinifera*)—растение семейства Vitaceae. Родоначальником винограда считается *V. silvestris*—двудомный кустарник с мелкими синими ягодами, растущий на Кавказе и в средиземноморской области. Кроме вида *V. vinifera*, распространенного в Европе и во многих других странах, в С. Америке заметное распространение имеют также *Vitis labrusca*, *V. riparia*, *V. rotundifolia* и многие другие виды. Конечно, это не исключает разведения там и сортов европейских. Виноград—кустарник, принимающий иногда древовидную форму и обвивающий своими стволами соседние деревья на высоту свыше 10 м. Иногда стволы винограда достигают 1,5 м в окружности и больше. Кора серо-бурая, мочалистая. Древесина упругая и очень пористая. Корни сильно развиваются в стороны и проникают на большую глубину в почву, обеспечивая произрастание винограда на сухих, песчаных или каменистых почвах и на крутых склонах. Побеги коленчатые, с широкой сердцевинной и длинными междоузлиями. Листья на длинных черешках, очередные, двурядно расположенные, переходные по форме от цельных до пятилопастных, реже трехлопастных, грубо зазубренные, снизу опушенные. Цветы пестерного типа, мелкие, желтовато-зеленые, душистые, в сложных метелках; пестик один,

завязь двугнездная. Плоды 2—4-семенные. Ягоды, собранные в грозди,—круглые, овальные или удлинённые, зеленые, янтарно-желтоватые, розовые, красные и черно-синие.

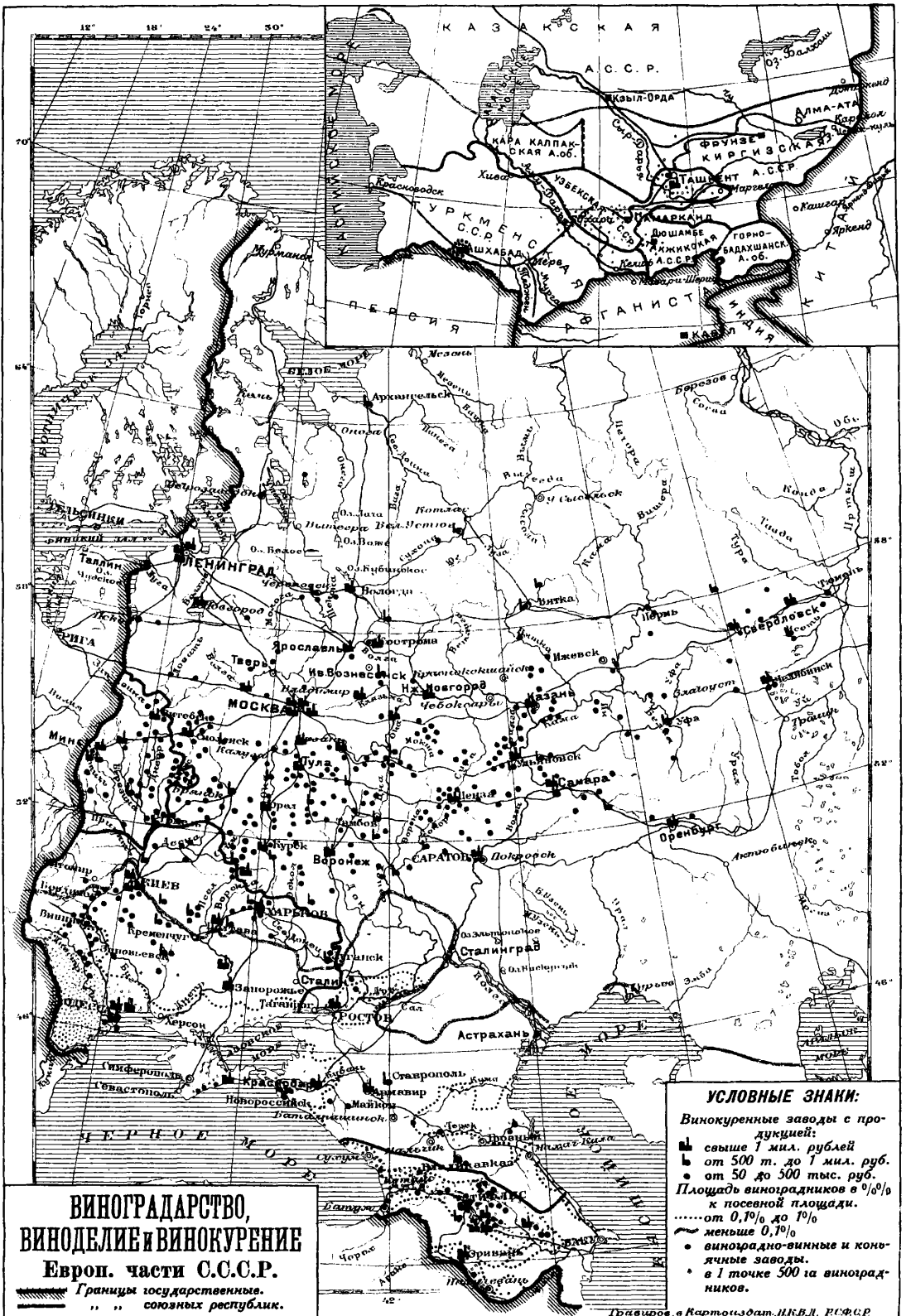
Виноградная лоза произрастает в поясе с средней  $t^\circ$  лета  $20^\circ$  и зимы—не ниже  $0^\circ$ . В Европе сев. граница виноградной лозы проходит от устья Луары ( $45,5^\circ$  с. ш.) к Рейну ( $51^\circ$  с. ш.), доходит в Силезии до  $52^\circ$  и оттуда направляется через Польшу (несколько ниже Седлеца) и Белоруссию по Пинскому округу на Черниговский округ (южнее Чернигова), Курск, Воронеж, Борисоглебск, Саратов до Сарайчика на Урале; далее она идет через Махач-Калу на Туркестан и город Алма-Ата. Нек-рые столовые сорта винограда созревают в Латвии и Эстонии, под надежной защитой на зиму и в наиболее теплых, защищенных участках. Тепличная культура винограда широко распространена в Бельгии, Голландии и Англии. Перенесенный в С. Америку виноград получил большое распространение, доходя до  $50^\circ$  с. ш.; южн. граница его довольно правильно совпадает с  $30^\circ$  с. ш., опускаясь в морском климате до  $10^\circ$  с. ш. Виноград распространен также и в южн. полушарии (Австралия, Ю. Америка); в широких размерах разводят его в Африке (Алжир, Тунис, Капленд) и на о-вах Азорских и Мадейре; под тропиками виноград только в горах, на значительных высотах дает сносные плоды.

В культуре виноград известен с древнейших времен. Давность культуры винограда и обширный ареал его распространения обусловили многочисленный сортимент виноградной лозы. В настоящее время невозможно точно установить количество сортов винограда—как вследствие множества синонимов, так и благодаря непрерывающейся работе по выведению новых сортов. Насчитывается ок. 4 000 сортов *V. vinifera* и, кроме того, свыше тысячи американских столовых сортов.

Развитие культуры виноградной лозы выразилось не только в увеличении количества сортов, но и в улучшении техники культуры и в расширении площади виноградников. Чтобы судить о размерах культуры, достаточно указать, что за 1924/25 г. мировое производство вина выражалось 176 984 000 гл, полученных с площади виноградников в 6 812 000 га, при чем в эти числа не вошли количество выработанного вина и площади виноградников в СССР, Канаде, Мексике, Японии, Палестине, Египте, Перу и Новой Зеландии. Мировое производство вина за последние годы колеблется от 150 до 200 млн. гл в год. На первом месте в этом отношении стоит Европа. По данным 1925/26 г.,

Страна	Вид насаждений	Колич. га	Колич. выработ. вина в гл
Испания	чистых	1 353 003	26 697 592
Франция	чистых	1 594 350	62 767 082
	чистых	843 000	19 245 000
Италия	смешан. с др. культурами	441 400	26 122 000

площадь виноградников в Европе занимала 6 297 000 га, выработано вина 158 946 000 гл



**ВИНОГРАДАРСТВО,  
ВИНОДЕЛИЕ И ВИНОКУРЕНИЕ  
Европ. части С.С.С.Р.**

Границы государственных,  
" " союзных республик.

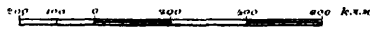
- УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ:**
- выше 1 мил. рублей
  - от 500 т. до 1 мил. руб.
  - от 50 до 500 тыс. руб.
  - Площадь виноградников в %/о к посевной площади.
  - ..... от 0,1% до 1%  
..... меньше 0,1%
  - виноградно-винные и коньячные заводы.
  - в 1 точке 50 га виноградников.

Гравировано в Карттоиздат, НКВД, РСФСР

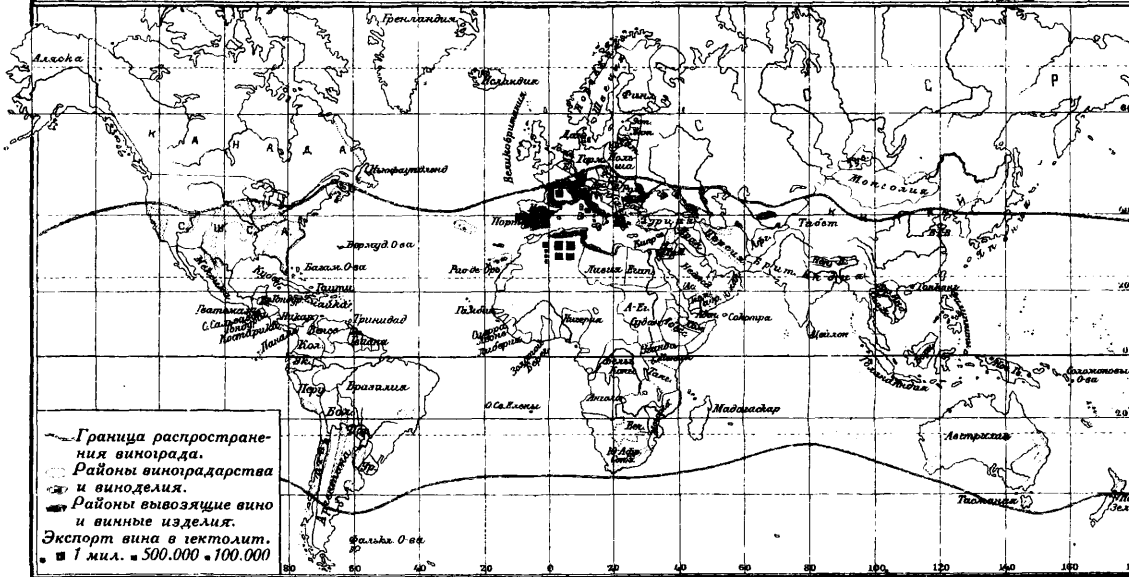
Проф. М. Сялященский.

Масштаб: 1:20 000 000

Типо-Лит. В.Т.У. Имп. Динава Москва



# ВИНОГРАДАРСТВО И ВИНОДЕЛИЕ ЗАП. ЕВРОПЫ



Проф. М. Силищенский.

Типо Лит. В. Т. У. ил. тов. Дичаева Москва

(в эти числа не вошли виноградники и производство СССР). Главн. по площади виноградников и по производству вин в Европе следует считать Испанию, Францию и Италию. Данные за 1925 г. см. в табл. на ст. 704.

Площадь виноградников в СССР еще точно не определена. По данным винодельч. станций в Одессе, в 1914 г. виноградники в России занимали 231 981 дес. Если исключить из этого числа виноградники Бессарабии, то «довоенная» площадь виноградников в нынешних границах СССР определяется в 194 896 дес., или 212 932 га. В настоящее время приблизительные подсчеты дают основание определять площадь виноградников СССР в 140 960 га, которые распределяются по районам следующим образом:

Грузия . . . . .	38 240 га	Украина . . . . .	8 740 га
Азербайджан . . . . .	28 410 »	Армения . . . . .	7 650 »
Туркестан . . . . .	25 130 »	Крым . . . . .	6 560 »
Юго-Восток . . . . .	19 670 »	Дагестан . . . . .	6 560 »

По данным Н. С. Богданова, соотношения площадей виноградников трудовых хозяйств и государственных советских хозяйств, отнесенные к 1922 г., выражались: для трудовых хозяйств—96,75%, для государственных советских хозяйств—3,25%. Сосредоточение виноградников в крестьянском владении предопределяет дальнейшее развитие винодельч. промышленности через кооперативное строительство. Урожайность виноградников, по данным «Винсиндиката», определялась по годам следующим образом:

Средний урожай винограда в т с 1 га.

Районы	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	Средн. за 4 г.
Юго-Восток	1,80	2,78	4,09	1,63	2,57
Крым . . . . .	1,31	1,63	2,88	2,45	2,08
Средн. Азия	2,62	3,63	6,55	4,91	4,44
Дагестан . . . . .	1,63	2,94	4,09	2,04	2,68
Грузия . . . . .	2,45	3,27	4,09	2,94	3,19
Азербайджан . . . . .	2,94	3,60	7,37	4,09	4,50
Армения . . . . .	3,27	3,60	5,32	3,27	3,86
Украина . . . . .	1,31	1,88	3,27	3,27	2,44

Сопоставление размера площади виноградников СССР и общей продукции от этой площади с такими же данными других стран обнаруживает слабое развитие виноградо-винодельч. промышленности в СССР, несмотря на благоприятное сочетание природных условий для широкого развития культуры винограда во многих районах Союза. Малоземелье во многих виноградо-винодельч. районах не только стимулирует, но даже вынуждает население к занятию В, т. к. трудоемкость В. по отношению к полевой культуре ржи, принятой за единицу, выражается коэфф-том 10—15. Очередной и неотложной задачей является изучение внутренних и внешних рынков для продуктов В. (вина и свежего винограда в сортах, могущих переносить далекий транспорт). Наряду с этой задачей не меньшее значение имеет установление на объективных основаниях отдельных виноградо-винодельч. районов и соответствующих районных сортиментов, так как до сих пор имеются лишь отдельные попытки районирования. Мы имеем пока лишь общие и неполные указания, что,

напр., Южный берег Крыма—район крепких и десертных вин (мускаты, пино-гри, педро-хименес); Грузия—район сухих вин; Черноморское побережье С. Кавказа—район белых столовых вин (рислинг, семилон, алиготе), нек-рых красных (каберне) и игристых вин (сов. хоз. Абрау); Азербайджан—район столовых вин (рундвейс, тавкверы и др.). В Ср. Азии: Ташкентский район—столовых, а Самаркандский и Ашхабадский районы—крепких и десертных вин. Астраханский район—культуры грубых и прочных сортов винограда.

Природные условия района, сорт лозы и характер и направление местного виноделия определяют детали техники разведения виноградной лозы и ухода за ней. Биологич. особенности виноград. лозы, независимо от ее сорта, определяют сущность техники независимо от района. Так. обр. культура винограда сводится: 1) к созданию комплекса внешних условий, благоприятствующих получению качественно, а потом уже количественно наилучшей продукции, 2) к поддержанию этих условий, обеспечивающих одновременно здоровье и долгодетие куста, и 3) к регулированию роста и плодоношения куста.

1) Создание комплекса внешних условий состоит: в оценке и выборе места для виноградника и в выборе сортов виноградной лозы, пригодных для района; в коренных улучшениях выбранного места [глубокая обработка почвы (плантаж), перевал, планировка, террасирование, удобрение и проч.]; в установлении площади питания (расстояние между растениями и рядами) и правильном распределении ее (разбивка, виноградника). Виноградный куст может произрастать на разных почвах—известковых, каменистых, шиферных, песчаных, на почвах недавнего вулканического происхождения и т. п. Не удается виноград на почвах засоленных, холодных, с застаивающейся водой. Так же мало пригодны почвы, богатые перегноем, дающие сильный рост и низкого качества урожай. Лучшими местами признаются склоны горных хребтов, горные плато и т. п. Долины и низины менее пригодны—здесь виноградники страдают от грибных болезней и заморозков. Площадь питания для виноградного куста варьирует, в зависимости от качества почвы и сорта лозы, от 1 до 8 м и больше. В среднем считают 4—5 тысяч кустов на 1 га.

2) Поддержание благоприятных внешних условий сводится к уходу за почвой виноградника, что выражается: а) в периодич. глубокой обработке почвы весной и осенью, после обрезки винограда, и в мелк. обработке (рыхлении), несколько раз в течение лета, для борьбы с сорными травами и для сохранения в почве влаги; б) в удобрении почвы; навозные и другие органич. удобрения применяются обычно в умеренных количествах, т. к. они вызывают сильный рост лозы, что не всегда сочетается с лучшим по качеству урожаем; минер. удобрения в виноградниках дают лучшие результаты, а потому имеют большее применение.

3) Регулирование роста и плодоношения винограда применяется в течение всей жизни куста. Сорта винограда обыкновенно



размножают вегетативным способом—чубуками (черенками) и отводками. В последнее время, в связи с поражением сортов европ. лозы филлоксерой (тля двух видов—*Phylloxera vastatrix* и *Ph. pervatrix*), в районах, угрожаемых ею, размножают европ. сорта прививкой на филлоксероустойчивом американском подвое (*Vitis riparia*, *V. rupestris*, *V. labrusca* и др.). Укоренившиеся чубуки, отводки или прививки рассаживают на места. Уход за кустами сводится: а) к формированию куста путем той или иной системы обрезки, б) к регулированию его роста и плодоношения путем ухода за урожаем на плодоносящих ветках и подготовке новых сильных веток для плодоношения в будущем году. Для этого стимулируют развитие и рост листьев по преимуществу в первой половине лета, защищают листья от поражений растительными и животными вредителями (опрыскивание и опыливание фунгицидами и инсектицидами), ограничивают рост новых поздних листьев и веток, которые не успеют принести урожай (пасынкование или выломка лишних веток), рационально распределяют старые и молодые лозы в пространстве (подвязка к кольям и шпалерам) и защищают кусты от мороза (окуливание и закапывание всего куста или его отдельных частей).

Болезни виноградной лозы можно разделить на три группы: 1) физиологические, 2) причиняемые растительными паразитами и 3) причиняемые вредителями животного мира. Первые вызываются неблагоприятными внешними условиями—жарой, холодом, градом, недостатком освещения и доступа воздуха к корням и т. п. Под влиянием этих причин те или иные части куста повреждаются или заболеливают (ожоги, обмерзание, хлороз и т. д.). Гораздо опаснее для В. повреждения, причиняемые растительными и животными паразитами, борьба с которыми нередко носит длительный и упорный характер. Главнейшие грибные болезни винограда: мидью, аспракноз, блек-рот, уайт-рот, перкоспорноз и корневая гниль. Грибки, вызывающие эти болезни, поражают органы растения, проникая в живую ткань, где они развиваются, потребляя вещества, необходимые для питания растений и отравляя ткани своими выделениями. Это влечет прекращение роста пораженных органов и разрушение их. Борьба с грибными паразитами основывается на защите куста составами, убивающими грибки в соответствующей стадии их развития (опрыскивание растворами и смесями, например бордоской жидкостью, опыливание серным цветом и т. п.). Борьба с насекомыми-паразитами—филлоксерой, микроскопич. клещиками, вызывающими акариоз и эриоз, листовертками (двулетняя и гроздевал) и другими—основана на изучении биологии вредителя в связи с биологией повреждаемого растения. Средства борьбы разнообразны. Главное значение имеют предупредительные меры, а затем уже лечебные, сводящиеся к своевременному опрыскиванию и опыливанию растений разными хим. составами: мышьяковистыми препаратами (парижская и швейцуртская зелень), серной печени, табач-

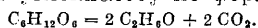
ным экстрактом и др. Что же касается филлоксеры, то меры лечения не дали положительных результатов, и центр внимания в вопросе об устранении этого паразита перенесен на технику размножения виноградной лозы (прививка на америк. филлоксероустойчивых подвоях) и на получение новых сортов лоз путем гибридизации.

Лит.: Кичинов Н. И., Культура винограда, Л., 1924; Фокс Г., Полный курс виноградарства, пер. с Французского, СПб, 1904; Миллер В. Р., Руководство по виноградарству, Одесса, 1907; Потебня А. А. и Скромшевский В. Я., Руководство по виноградарству, СПб, 1906; Кипен А. А., Прививка и обрезка винограда, 2 издание, Одесса, 1906; Корицкий С. И., Амнеография Крыма, ч. I и II, СПб, 1910—12; Таиров В. Е., Библиограф. указатель книг, брошюр и журн. статей по виноградарству и виноделию, напечатанных с 1755 по 1890 г., СПб, 1891; Принц Я. И., Материалы по вредителям и болезням винограда и по искусственному опылению его, Тифлис, 1925; Могилянский Н. К., Главнейшие грибные болезни и вредители виногр. лозы и соврем. методы борьбы с ними, М.—Л., 1926; Babo A. und Mach E., Handbuch des Weinbaues und der Kellerwirtschaft, 4 Aufl., B. 1—2, V., 1921—24; Viala P. et Vermorel V., Traité général de viticulture. Ampélographie, t. 1—4, P., 1903—09; Dummler A., Der Weinbau mit Amerikanerreben, Freiburg, 1922. П. Шитт.

**ВИНОГРАДНАЯ ЧЕРНЬ**, краска, для приготовления которой исходным материалом служат дрожжи, получающиеся в большом количестве в виноделии. Для этой цели отстоявшиеся и отделенные от жидкости дрожжи подвергают сухой перегонке, которую производят в железных тиграх с крышкой и отверстием или отводной трубкой для выхода газа и пара. Нагревание производят в муфельных печах; нагрев прекращают, когда пар перестает выделяться; тиглы охлаждают в закрытой печи. Образовавшийся уголь освобождают от зольных веществ, промывая сначала слабой соляной кислотой, а затем водой, после чего просеивают и размалывают. В результате получается весьма мелкий продукт хорошего черного цвета, идущий для приготовления типографской туши, красок для живописи и хороших сортов малярных красок.

**ВИНОГРАДНЫЙ САХАР**, см. Глюкоза.

**ВИНОДЕЛИЕ**, производство алкогольных напитков сбраживанием сахаристого виноградного, плодового или ягодн. сока; получаемый продукт называется виноградным, плодовым или ягодным вином. Получение вина из виноградного сусла или из сока плодов и ягод имеет в основании сложный биохимический процесс, протекающий в соке (сусле) главным образом под влиянием дрожжей или выделяемых ими энзим (ферментов). При этом содержащийся в сусле виноградный или другой сахар распадается на спирт и углекислоту по формуле



Наряду с этим в вине образуется небольшое количество побочных продуктов брожения: глицерина, янтарной кислоты, альдегидов, высших спиртов, сложных эфиров и др., которые придают вину типичный винный запах и характерный аромат (букет).

Качество виноградного вина зависит от сорта винограда, природных условий его произрастания, степени зрелости ягод, расы дрожжей, температурных условий брожения, техники В., возраста вина и других причин. Все перечисленные условия подробно

изучены, и техника виноградарства и виноделия достигла высокого совершенства.

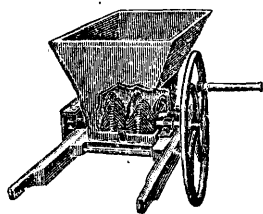
Состав виноградного сока различен в зависимости от сорта и от условий произрастания лозы. Представление о составе его дает приводимая таблица (по Пакотте).

Состав виноградного сока.

Содержание в %	Сорта винограда			
	Гаме	Пино	Шардонне	Фаль-Бланш
Воды . . . . .	75,98	75,31	73,98	78,93
Сахара . . . . .	18,25	19,55	19,66	16,95
Виножного камня . . . . .	0,66	0,67	0,69	0,35
Свободной к-ты (яблочной, яблочн. и др.) . . . . .	0,46	0,23	0,31	0,61
Азотистых веществ . . . . .	0,34	0,46	0,47	0,09
Минер. веществ . . . . .	0,07	0,06	0,11	0,05
Клетчатки . . . . .	0,45	0,36	0,47	0,28
Неисслед. остатков . . . . .	3,79	3,36	4,31	2,74
Удельный вес сока . . . . .	1,087	1,092	1,094	1,077

Кожца винограда содержит дубильные вещества, а у красных, синих и черных сортов и красящее вещество (энин), растворимое в водно-спиртовых растворах. Зерна ягод богаты дубильными веществами и содержат жирное масло. Гребни (веточки) также содержат дубильные вещества и много свободных кислот.

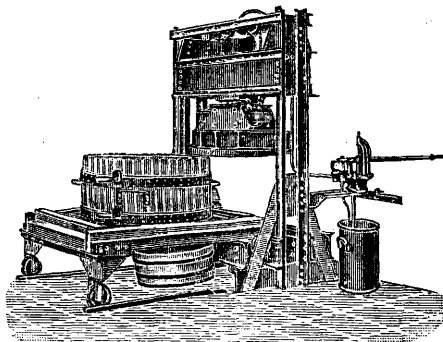
**Техника В.** Сбор винограда производится в период совершенной зрелости плодов (благородная зрелость), т. е. когда процесс возрастания количества сахара в соке плодов достигает максимума при непрерывном уменьшении количества свободных к-т. Этот момент устанавливается периодич. пробными определениями сахара в сусле мустомерами (систем Бабо, Кинценбаха, Эксле) или исследованиями сусла поляризационным аппаратом. Кисти винограда срезают и складывают в корзины или легкую деревянную посуду, затем перекладывают в чаши, в которых и отправляют из виноградника на винодельню. Здесь ягоды винограда отделяют от гребней и раздавливают на специальных виноградных мельницах (фиг. 1).



Фиг. 1.

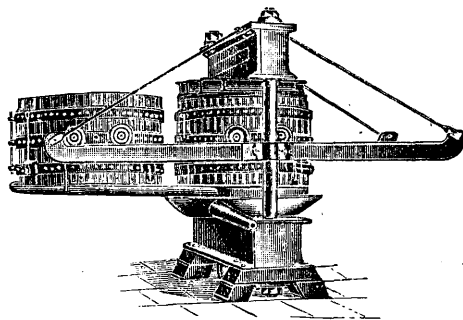
На мельнице гроздь проходит между двумя бороздчатыми валами, расположенными так, чтобы гребни и семена не раздавливались. В противном случае раздавленные гребни и семена повысили бы в сусле содержание танина и свободных кислот. Кроме виноградных мельниц применяются также терки или особые машины — эграшуары (металлические цилиндры с проходящим внутри вращающимся валом, снабженным лопаточками для отбивания ягод). В мелких хозяйствах эту работу производят путем протирания ягод руками через особые решета или раздавливания их ногами или деревянными толкачами. После раздавливания ягод, сильным сжатием мезги посредством прессы из

них выделяют сок (сусло); при этом применяются как примитивные деревянные тиски, так и винтовые, рычажные и гидравлические прессы (фиг. 2 и 3). На фиг. 3 изображен двойной пресс, удобный в работе, имеющий особое приспособление для ускорения



Фиг. 2. Гидравлический пресс.

нагрузки мезги в пресс. Прессование производится с постепенным усилением сжатия. Свободно стекающий сок (усотек) дает лучшее вино, т. к. при умеренном сжатии сначала раздавливаются глав. образом зрелые ягоды и только при более сильном сжатии раздавливанию подвергаются менее зрелые ягоды и частью семена, отчего сок становится кислее и обогащается дубильными веществами. Обычно из 100 частей по весу виноградных гроздей получается 60—80 частей сусла. В выжимках винограда остаются еще



Фиг. 3.

ценные составные части, которые извлекают, смешивая выжимки с водой и подвергая их вторичному выжиманию. Вино из выжимки носит название «петю». Выжатое сусло сливают в чаши для отстаивания в течение суток от суспензированных частиц и случайно попавших обрывков ягод. После этого сусло переливают в бочки для брожения. Бочки д. б. средней или небольшой емкости, так как в больших бочках при брожении температура значительно возрастает и затрудняет этот процесс.

Забраживание сусла обычно происходит самопроизвольно, от находящихся на коже ягод дрожжей *Saccharomyces ellipsoideus*, *Sacch. validus* или *Sacch. pasteurianus*. В культурных винодельческих хозяйствах брожение вызывают прибавкой чистых рас дрожжей (*Saccharomyces*), смотря по сорту винограда. Кроме того, чистые культуры

дрожжей применяют при приготовлении шипучих вин, для дображивания не вполне сброженного вина и для лечения больных вин. В сусле дрожжевые клетки растут и размножаются почкованием, а источником энергии для их жизнедеятельности служит сахар сусла. При восстановлении и расщеплении сахара на этиловый спирт и углекислоту освобождается тепловая энергия, к-рая способствует росту и размножению дрожжевых клеток. Разные расы дрожжей отличаются разной интенсивностью сбраживания и различной способностью оказывать влияние на букет вина; последний определяется чисто субъективным путем и представляет сочетание вкусовых и обонятельных ощущений. Предельные  $t^{\circ}$  почкования дрожжевых клеток 6—40 $^{\circ}$ , оптимум 27—30 $^{\circ}$ , при 60—70 $^{\circ}$  дрожжи погибают. Лучшая  $t^{\circ}$  брожения белых вин 15 $^{\circ}$ , красных—25—26 $^{\circ}$ . Для ускорения брожения и его равномерности усиливают доступ воздуха вдуванием его в сусло или помешиванием последнего.

В брожении различают период бурного брожения, протекающий в первые 2—3 недели, и период тихого брожения, продолжающийся от 2 до 6 месяцев, после чего получается молодое вино. Для получения красных вин красные и черные сорта винограда сбраживают в состоянии мезги вместе с кожей. Получающийся при брожении алкоголь растворяет энин и окрашивает вино. Всплывающая при этом брожении на поверхность сусла мезга («шапка») по несколько раз в сутки погружается обратно в жидкость, иначе под влиянием микробов, попавших на «шапку» и развившихся там, сусло может закиснуть. По окончании бурного брожения, когда дрожжи осядут и перебродившее сусло несколько просветлеет, его сливают с осадка в заранее подготовленные бочки, где происходит медленное дображивание (тихое брожение); по окончании его, когда израсходованы белковые вещества сусла, происходит выделение виннокалиевой соли (винного камня) и начинает выявляться букет вина. С этого времени вино хранят в специальных подвалах до полного созревания и периодически переливают (или, правильнее, спускают с осадка) из одной бочки в другую, тщательно вычищенную. Бочки держат всегда полными во избежание скисания вина, т. е. образования уксусной к-ты; т. к. со временем происходит «усышка» вина от испарения воды через стенки бочки, их доливают. Благодаря переливке вино постепенно освобождается от винного камня и белковых веществ, переходящих в нерастворимое состояние и оседающих на дно, обогащается алкоголем и приобретает букет зрелых вин (букет старости). С наступлением этого периода вино переливают в бутылки, которые сохраняют в подвале в лежачем положении.

Вина, бедные алкоголем и жидкие, плохо переносят долгое хранение. Красные вина в общем хранятся хуже. Иногда осадки в вине выпадают в форме крайне мелких частичек, которые остаются в вине, образуя муть. В этом случае применяют о к л е й к у вина, т. е. прибавляют к вину белковые вещества, напр. раствор желатин, рыбье

клея, яичного белка, молока и т. д. Белковые вещества, соединяясь с дубильными веществами, содержащимися в вине или искусственно внесенными в него (напр. раствор таннина), образуют нерастворимые соединения и оседают на дно бочки, захватывая и все взвешенные частицы мути. Для ускорения зрелости (старости) вина применяют замораживание, озонацию и электризацию, которые способствуют окислению определенных составных частей вина.

Для сбраживания вин и придания им определенного типа применяют смешивание разных сортов вин в разных соотношениях. Эта операция получила название купажа и р о в а н и я, а полученная смесь — купажа. Кроме купаживания в В. применяются: 1) шаптализация—нейтрализация избыточной кислотности сусла углекислой известью, обычно вместе с добавлением к нему сахара; 2) галлизация (см.)—добавление сахара к суслу из незрелого винограда и разбавление сусла водой для уменьшения кислотности; 3) при б а в л е н и е г л и ц е р и н а к кислым винам с целью замаскировать кислоту, сделав вино более «полным» и вкусным; 4) а л к о г о л и з а ц и я — подсахаривание сусла до 20% и выше и внесение в него до начала брожения до 10% спирта; эта операция ускоряет выдержку вина и делает его светлым, прочным и сладким.

К л а с с и ф и к а ц и я в и н на типы производится по содержанию в вине: а) сахара, б) спирта и в) угольной кислоты. а) По содержанию сахара различают вина сухие, если после брожения содержание сахара не превышает 0,5%; по мере увеличения процента сахара, вина называют полусухими, полусладкими, сладкими и ликерными. Сухие и отчасти полусухие вина составляют группу столовых вин, остальные же относятся к десертным. б) По содержанию спирта вина разделяются на крепкие и легкие, или слабые. Легкими столовыми винами называют вина, содержащие 7—11% спирта; крепкие столовые—13—14% спирта, десертные—14—16% (некоторые виды хереса, мадеры, марсалы); особо крепкие вина содержат 20—25% спирта. Для получения крепких сладких вин (портвейн, мадера, малага, мускаты и друг.) не ограничиваются известными сортами виноградной лозы, но прибегают к искусственным мерам: дольше оставляют виноград на кустах, чтобы вызвать перезревание его и привядание ягод, или же скручивают грозди на кусте, чтобы затруднить доступ воды к ягодам. Повышение процента сахара в ягодах увеличивает крепость вина; в случае, если сахар, содержащийся в ягодах, не сбраживается сполна, он делает вино сладким, т. к. дрожжи могут сбродить около 28% сахара, образовав из него около 14% спирта. Повышают крепость сладких и крепких вин путем добавления в вино ректифицированного винного спирта. Для увеличения процента сахара в малосахаристых винах прибавляют сгущенное вывариванием, а иногда вымораживанием, сусло (бекмес).

Однако применение бекмеса понижает качество вина, сообщая ему привкус «вареного», почему бекмес применяется только для

получения некоторых тяжелых вин (малага, марсала). в) Вина, содержащие свободную углекислоту, выделяющуюся пузырьками, называют и гристыми. Игристые вина, получающиеся брожением сусле в закрытом сосуде, называются натуральными игристыми винами, или шампанским. Вино, искусственно насыщенное углекислотой, называют игристым или газированным вином, или искусственным шампанским. Игристые вина бывают сухие, полусухие и сладкие.

Техника В. отличается крайней сложностью и тонкостью, почему важнейшим условием рационального В. является соблюдение чрезвычайной чистоты в процессах работы, чистоты одежды, помещений (подвалов, виноделен), посуды и прочего инвентаря, т. е. сусле и вино—отличные субстраты для развития микроорганизмов, которые могут изменить качество вина и даже сделать его негодным к употреблению. Для дезинфекции периодически окуривают серой помещения, деревянную посуду, тщательно моют и пропаривают бочки, и т. д.

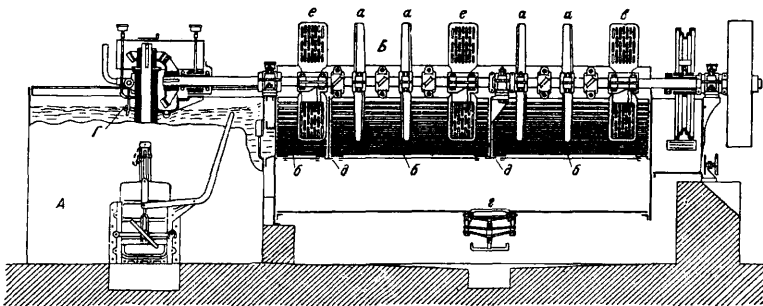
Болезни вин. Из главнейших болезней вин можно назвать: 1) уксусное окисание (уксусное брожение) вин бедных алкоголем при свободном доступе воздуха и высокой  $t^{\circ}$  хранения; 2) ожигание (ослизнение) вин бедных дубильными веществами (превращение микроорганизмов, развивающихся в растворе сахара, в слизь); 3) молочное окисание, вызываемое бактериями молочного брожения, расщепляющими сахар с образованием молочной кислоты, переходящей затем в масляную; 4) виннокислое брожение, при котором из вина исчезают и алкоголь и кислота, вино становится темным, невкусным и приобретает неприятный запах и 5) горьковатость вина. Лечение вин выражается главным образом в окуривании их серой, *пастеризации* и *оклейке* (см.).

Лит.: Лялин Л. М., Основы виноделия, П., 1923; Лаборд Ж., Курс виноделия, СПб., 1914; Кичунов Н. И., Культура винограда, Л., 1924; Мангуби И., Руководство для виноделов. Практ. виноделие, М., 1895; его же, Погребное хозяйство, СПб., 1896; Простосердов Н. Н., Алкогольное брожение в связи с другими энзимными процессами в дрожжевой клетке, СПб., 1910; Саломон А. Е., Основы виноделия, 2 изд., Одесса, 1898; Ховренко М. А., Общее виноделие, Москва, 1909; его же, Частное виноделие, ч. I, Москва, 1917; Могилынский Н. К., Виноделие и погребное хозяйство, ч. I, Основы виноделия, Одесса, 1924; Шербаков М. Ф., Основы виноделия, Одесса, 1924; Шербаков М. Ф., Начальные основы виноделия, Москва, 1926; Vabo A. u. Mache, Handbuch d. Weinbaues u. der Kellerwirtschaft, В. 2—Kellerwirtschaft, 5 Aufl., В., 1922; Barth M., Die Kellerbehandlung d. Traubenweine, Stuttgart, 1919; Günther A., Der Wein, Lpz., 1918; Heide C. und Jakob F., Praktische Übungen in d. Weinchemie u. Kellerwirtschaft, Stuttgart, 1911; Fresenius Th. W., Anleitung zur chemischen Analyse des Weines, 3 Auflage, Wiesbaden, 1922; Meissner R., Mikroskopische Bilder d. Mostes und Weines, 3 Aufl., Stuttgart, 1923; Piaz A., Die Weinbereitung und Kellerwirtschaft, 5 Auflage, Wien, 1909; Wortmann J., Die wissenschaftlichen Grundlagen der Weinbereitung und Kellerwirtschaft, Berlin, 1905.

П. Шмтт.

**ВИНОКУРЕНИЕ**, производство спирта, основывается на спиртовом брожении гексоз  $C_6H_{12}O_6$ , вызываемом различн. видами дрожжей (см. Брожение). Главным сырьем для производства спирта в СССР служат крахмалистые материалы (припасы): картофель (*Solanum tuberosum* L.)—в центральных и запад. губерниях, рожь (*Secale* L.)—в с.-в. губерниях и кукуруза (*Zea mays* L.) на Ю., а также содержащие крахмал отбросы крахмального производства—мезга, ямный крахмал. Кроме того применяются: сахаристые материалы—кормовая патока свекло-сахарных заводов (меласса) и свекловица (*Beta* L.) (последняя гл. обр. во Франции); материалы, содержащие инулин,—земляная груша (*Helianthus tuberosus* L.) и цикорий (*Cichorium* L.)—и другие растительные материалы, содержащие гексозы или полисахариды, способные давать гексозы при гидролизе,—клубни, плоды и ягоды, торф и древесина.

Так как крахмал картофеля и зерновых продуктов, обычно применяемых для В., не обрабатывается дрожжами непосредственно (дрожжи не имеют энзимов, способных превращать крахмал в гексозы), то это превращение (осахаривание) необходимо произвести предварительно. Обычно оно производится посредством солода, т. е. проращенного известным образом зерна, в котором

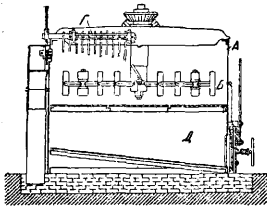


Фиг. 1.

при проращении накапливается диастаз, способный переводить крахмал в растворимую форму и осахаривать его. Но чтобы осахаривание могло идти быстро и совершенно, необходимо предварительно перевести крахмал припаса в раствор или в состояние жидкого клейстера, что достигается запариванием припаса в железных котлах под давлением 3 atm.

Если применяется картофель, то работа начинается с его мытья в мойках для удаления земли, соломы, камней. Мойка (Фиг. 1) представляет собой длинный ящик Б, кирпичный цементированный, бетонный или железный, вдоль к-рого идет вал с косо поставленными овальными билами а. Снизу вал с билами окружен полуцилиндрич. решеткой б из продольных железных прутьев. В один конец ящика поступает чистая вода, в другой—картофель. Получая толчки от бил, клубни картофеля трутся друг о друга, обмываются водой и, благодаря косому положению бил, передвигаются к другому концу мойки, откуда вычерпываются продырявленными черпаками в, укрепленными

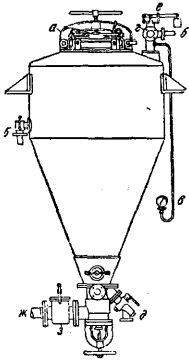
на том же валу, и выбрасываются ими на наклонный желоб. Грязная вода удаляется из другого конца мойки, сверху. Грязь проваливается через решетку и скопляется на дне ящика, которое имеет конич. форму или наклон к одной стенке ящика. Через люк *г* в этой стенке или в нижней части конич. дна грязь, по ее накоплению, удаляется. Камни, вследствие своей относительно большой тяжести, остаются на решетке или проваливаются в углубления—карманы, устраиваемые под черпаками. Солома же и легкие примеси удаляются с поверхности воды, что особенно легко сделать, если била совсем погружены в воду. Часто мойка делится поперечными перегородками *д* на отделения. В этом случае чистая вода не смешивается с грязной,



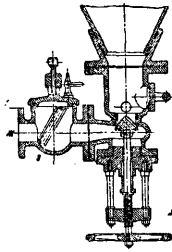
Фиг. 1а.

и картофель, перебрасываемый черпаками *е* из одного отделения в другое, встречает в каждом из них все более и более чистую воду. На фиг. 1 мойка соединена с предварит. мойкой *А*, имеющей форму цилиндра, внутри которого вращается вертикальный вал с мешалками *Б* (фиг. 1а); *Г*—грабли для захватывания соломы; *Д*—наклонное дно для спуска грязи.

Вымытый картофель поднимается элеватором кверху и высыпается в парник Генце, наз. просто «генц». Парник представляет собою железный вертикальный котел конич. формы (фиг. 2). Иногда он делается вверху цилиндрическим, приблизительно на  $\frac{1}{4}$  высоты. Парник имеет люк для загрузки *а*, паровые трубы, приводящие пар в верхнюю и нижнюю часть парника *б*, манометр *в*, воздушный кран *г* наверху и кран *д* внизу для спуска конденсацион-



Фиг. 2.



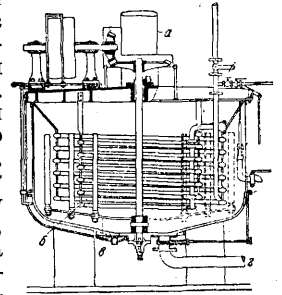
Фиг. 2а.

ной воды, предохранительный клапан *е* и выдувную трубу *жс*, в расширение которой вставлена решетка *з* (фиг. 2а). Для распаривания зерна применяются также же парники, но с мешалками внутри, или цилиндрические горизонт. котлы, тоже с мешалками.

Смотря по характеру припаса, запаривание ведут различно: с прибавкой воды (для зерна) или без нее (для картофеля) и более или менее долгое время. Для картофеля запаривание ведут ок. 1 часа при давлении в 3 atm [более высокого давления следует из-

бегать, так как при нем сахар начинает разлагаться (карамелизоваться), превращаясь в горькие продукты—карамель]. Под действием высокого давления в присутствии воды крахмал картофеля превращается в клейстер и отчасти растворяется, а клетки картофельной ткани, вследствие растворения межклеточного вещества, разъединяются. По окончании запаривания открывают вентиль выдувной трубы и выдувают давлением пара сваренную массу в заторный чан, при чем она измельчается, продавливаясь через узкие отверстия решетки. Как только картофель, находившийся внутри парника под высоким давлением, попадает в наружную атмосферу, его клетки разрываются, их содержимое освобождается и становится доступно действию диастаза.

Заторный чан предназначается для осахаривания сваренной массы, для чего последняя *д. б.* охлаждена до  $t^\circ$ , наиболее благоприятной для действия диастаза (50—62°). С этой целью заторный чан (фиг. 3) снабжается эксгаустером *а*, охлаждающим змеевиком *б* и мешалкой *в*. Предварительно в заторный чан задается дробленый зеленый солод (в количестве около 4%) и мешалкой размешивается с водой в солодовое молоко. Выдуваемая масса падает в заторный чан из конца выдувной трубы в виде струи брызг. Этот конец заключен в высок. вытяжную трубу (эксгаустер), по которой кверху устремляется, в силу естественной тяги, ток воздуха, слегка охлаждающий выдуваемую массу. Дальнейшее охлаждение до 50—62° производится змеевиком, по которому течет холодная вода, при постоянном размешивании массы мешалкой. Крахмал под действием диастаза переходит в декстрин и мальтозу, при чем осахаривание никогда не доходит до конца, потому что эта реакция обратимая. Химическое равновесие наступает тогда, когда в мальтозу перейдет около 80% всего крахмала, последние 20% остаются в форме несбраживаемого декстрина. Впоследствии при брожении, по мере того как мальтоза исчезает, превращаясь под действием дрожжей в спирт, равновесие нарушается, и из декстрина образуются новые количества мальтозы, если в жидкости сохранился диастаз. Поэтому при осахаривании избегают перегрева жидкости выше указанной  $t^\circ$ , чтобы не разрушить диастаза. По окончании осахаривания, которое определяется иодной пробой (отсутствие синего окрашивания), жидкость охлаждают до 20°, прибавляют дрожжи и спускают бражку через спускную трубу *г* в квасильный (бродильный) чан, обычно деревянный, открытый, где бражка бродит в течение 2—3 суток. Для полноты сбраживания и устранения посторонних брожений применяют чистые культуры дрожжей специальных рас (см.



Фиг. 3.

*Дрожжи*), которые предварительно разводят в условиях усиленного азотистого питания и в кислой среде (для устранения вредных микроорганизмов). Для создания последней дрожжевое сусло заквашивают, оставляя его на сугки при  $t^{\circ}$  50—55°. При этом в нем размножаются молочнокислые бактерии, дающие молочную к-ту.

Молочнокислое брожение прекращают нагреванием сусла, когда кислотность его достигнет 1,5—2° по Дельбрюку (1 градус Дельбрюка соответствует одному  $см^3$  нормального раствора едкого натра, употребленному для нейтрализации 20  $см^3$  профильтрованного сусла). Иногда вместо заквашивания просто прибавляют соответствующее количество серной к-ты, которая вытесняет органические к-ты из их солей, находящаяся в бражке. Заданные дрожжи тотчас же начинают размножаться; размножение, смотря по  $t^{\circ}$  бражки, идет б. или м. быстро, продолжаясь около 10—12 ч.

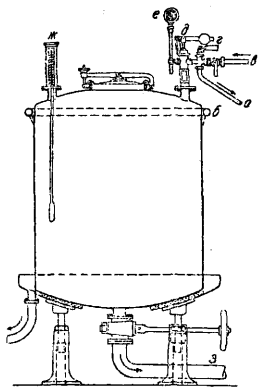
За этим первым периодом, в течение которого жидкость остается сравнительно спокойной, наступает период бурного брожения. Жидкость сильно бурлит и пенится вследствие обильного выделения углекислоты и при этом нагревается. При температуре выше 25—27° жизненная энергия дрожжей ослабевает. Поэтому при повышении  $t^{\circ}$  выше указанного предела бражку охлаждают, вводя внутрь чана подвижные холодильники в виде различно изогнутых труб, по которым пропускается холодная вода. Далее жидкость опять успокаивается, и наступает период медленного брожения, или дображивания, при котором декстрины под действием диастаза постепенно переходят в сахар и сбраживаются. Углекислота, выделяясь прямо в воздух помещения, уносит с собой значительное количество спирта, особенно в период поднятия  $t^{\circ}$  бражки. Для устранения этой потери квасильные чаны накрывают крышками, пропускающими углекислоту только через промывной прибор, находящийся в центре крышки и наполненный водой. Спирт остается в воде, и этот спиртовой раствор спускается потом в бражку. Благодаря этому выход спирта увеличивается на 2—4%.

В 3. Европе применяют также закрытые железные вертикальные или горизонтальные бродильные чаны, снабженные промывальками для углекислоты. В этом случае не только устраняется потеря спирта, но и получается возможность утилизировать углекислоту, нагнетая ее после достаточного охлаждения в стальные баллоны. По окончании брожения готовая бражка спускается или перекачивается в сборный чан, откуда направляется в перегонные аппараты для отгонки из нее спирта.

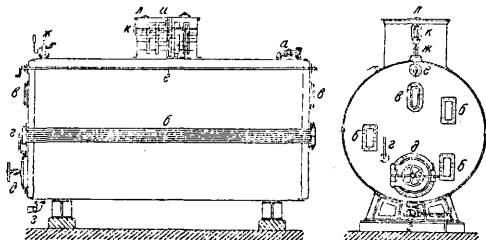
На фиг. 4 изображен вертикальный бродильный чан, в к-ром *a*—труба для отвода углекислоты, *b*—труба для охлаждения поверхностным орошением, *в*—труба, подводящая пар, *г*—воздушный кран, *д*—предохранительный клапан, *е*—манометр, *ж*—термометр, *з*—спускная труба. На фиг. 5 изображен горизонтальный бродильный чан, в котором: *a*—люк для загрузки, *б*—охла-

*г*—термометр, *д*—люк, *е*—труба для поверхностного орошения, *жс*—манометр, предохранительный клапан и воздушный кран, *з*—спускная труба, *и*—«улавливатель спирта», *к*—смотровое стекло, *л*—отвод углекислоты.

Успешность брожения, т. е. выход спирта из единицы крахмала, зависит от целого ряда условий: концентрации бражки, чистоты и силы дрожжей,  $t^{\circ}$  заданных дрожжей,  $t^{\circ}$  брожения, продолжительности брожения, кислотности бражки и пр. Различают работу с двухсуточным и трехсуточным брожением. В первом случае бражке дают бродить двое, во втором—трое суток. При укорочении срока брожения часть находящегося в бражке неокисленного крахмала (из солода) не успевает осахариться диастазом до конца и теряется. Зато суточная производительность завода повышается. Чтобы уменьшить потери при



Фиг. 4.



Фиг. 5.

двухсуточном брожении, понижают концентрацию бражки (для трехсуточного брожения) с 21—20° до 19—20° Баллинга и повышают  $t^{\circ}$  заданных дрожжей градуса на 3, т. е. с 16—19° (при трехсуточном брожении) до 19—23°, что ускоряет размножение дрожжей в первой стадии. Однако при двухсуточном брожении выход спирта уменьшается сравнительно с трехсуточным на 2—3%.

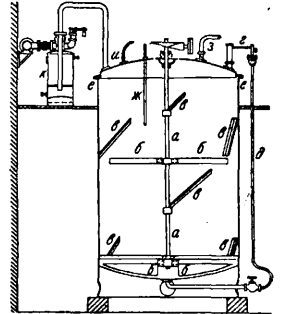
При применении иных материалов вместо картофеля ход работ при винокурении несколько изменяется в зависимости от характера этих материалов. Так, при употреблении зернового хлеба в «гени» добавляется вода в таком количестве, чтобы затор имел плотность в 16—20° Баллинга. При В. из свекловицы отпадает операция осахаривания, так же как и при применении мелассы. Материалы, содержащие инулин, осахаривают кипячением с 0,1—0,2% соляной или серной к-ты. При использовании на спирт древесных отходов (опилок и т. д.) их подвергают обработке в автоклавах с сернистой кислотой (по Классену) или с серной кислотой (по Эвену и Томлинсону) под давлением 9—10 atm. При этом клетчатка переходит в глюкозу. Нейтрализовав кислоту мелом и отфильтровав жидкость от гипса и остатков

древесины, прибавляют к ней питательные соли и сбраживают специальными дрожжами. Осахаривание торфа производится простым кипячением с кислотами, без применения давления. Так как при производстве клетчатки по сульфитному способу дерево варится под давлением с сернистой кислотой, то отбросные щелока этого производства всегда содержат глюкозу и могут также служить для производства спирта. Такое производство особенно распространено в Швеции, Америке и Германии. Спирт из дерева, торфа и сульфитных щелоков всегда содержит примесь метилового алкоголя и потому годен лишь для технического применения. В СССР из всех перечисленных материалов применяются только картофель, зерновые хлеба и меласса.

В настоящее время производство спирта осуществляется также и синтетич. путем из угля, извести и воды: сначала из угля и извести получается карбид кальция; при реакции с водой он дает ацетилен  $C_2H_2$ ; последний, при пропускании в разбавленный нагретый раствор серной к-ты в присутствии ртутных соединений, присоединяет воду и дает альдегид  $C_2H_2 + H_2O = C_2H_4O$ , который водородом восстанавливается в спирт  $C_2H_4O + H_2 = C_2H_6O$ . На 1 т абсолютного спирта требуется 2 т карбида и 500 м<sup>3</sup> водорода. Т. к. для выработки 1 т карбида надо затратить 8 000 kWh и для получения 500 м<sup>3</sup> водорода еще 3 000 kWh, а в 1 т спирта содержится около 100 вд., то, следовательно, на 1 вд. спирта требуется 110 kWh. Ясно, что такое производство экономически возможно лишь там, где имеется очень дешевая электрич. энергия (не дороже 1 коп. за kWh), как, напр., в Швейцарии. Действительно, в 1927 г. Швейцарское электрическое общество получило от правительства концессию на 20 лет на производство спирта по этому способу. У нас такое производство пока невозможно.

Теоретически 1 кг крахмала дает 71,612 литр-процентов спирта, или 5,816 градусов\* (см. *Алкоголетрия*). На практике получаются, вследствие ряда причин, потери спирта. Так, часть крахмала солода остается нерастворимой (не подвергается запариванию), часть сахара остается несброженной (недоброд), часть расходуется на посторонние брожения (маслянокислое, молочнокислое, уксусное и другие) и, наконец, часть спирта улетучивается вместе с углекислотой. Эти потери в значительной степени устраняются применением способа а м и л о или способа ч и с т о г о б р о ж е н и я (Reingährverfahren), при которых выход спирта повышается до 93,7% теоретического. По способу а м и л о осахаривание производят не солодом, а культурой плесневых грибов: *Amitomyses β* или культурой *Mucor Delimar*, вырабатывающих диастатическ. энзимы. Осахаривание и брожение ведут в одном и том же закрытом чане (фиг. 6), снабженном мешалкой (а и б—вал и крылья мешалки, в—неподвижные брусья) и арматурой: для продува-

ния воздуха (з—воздушный фильтр), нагревания (д—паро- и воздухопровод), охлаждения (е—перфорированная труба для орошения чана водой, *жс*—термометр), для задачи культур плесеней и дрожжей (з—штуцер для загрузки заторной массы, и—штуцер для ввода культур);



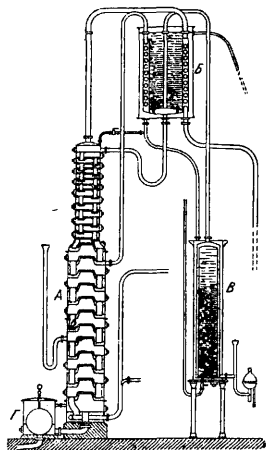
Фиг. 6.

чан соединен с сосудом к для промывания углекислоты. Распаренную массу выдувают в чан и охлаждают до темп-ры 35—40° при продувании стерильного воздуха; затем задают культуру плесени, а по окончании осахаривания — культуру дрожжей. Осахаривание при продувании воздуха и работе мешалки продолжается ок. 20 час. Мукоровые дрожжи (*Mucor Delimar*) производят также и сбраживание образовавшегося сахара, но так как они дают сравнительно слабое сбраживание, то, по достижении осахаривания, прибавляют настоящих дрожжей и поддерживают  $t^{\circ}$  30°. Весь процесс продолжается 5—6 суток. Благодаря стерильным условиям работы устраняются посторонние брожения, устраняется также потеря алкоголя промыванием углекислоты, отсутствует крахмал солода, обычно не успевающий осахариться. При способе чистого брожения осахаривание и сбраживание производят также в одном и том же железном чане, снабженном мешалкой и охлаждаемом до требуемой  $t^{\circ}$  орошением его поверхности. Осахаривание производится солодовой вытяжкой, стерилизуемой прибавлением формалина. Эту вытяжку приготавливают, настаивая солод с водой в небольшом фильтративном чане, снабженном внутри вторым, дырчатым дном. Вытяжку сливают в особый чан и, прибавив к ней формалин, выщелоченную дробину спускают по жолобу в бродильный чан в тот момент, когда  $t^{\circ}$  массы в нем понижается до 75°. При этой  $t^{\circ}$  крахмал, оставшийся в дробине, клейстеризуется и быстро разжижается остатками диастаза, благодаря чему при последующем действии солодовой вытяжки он также нацело осахаривается. Солодовую вытяжку прибавляют тогда, когда  $t^{\circ}$  в чане понизится до 60°. Эту  $t^{\circ}$  поддерживают до конца осахаривания, продолжающегося ок. 1 ч. Затем охлаждают дальше до 25° и задают дрожжи, обычно прессованные, предварительно обработанные разбавленной серной к-той для уничтожения бактерий. Далее брожение идет, как обычно, и заканчивается в течение трех суток, при чем углекислота промывается водой, улавливающей спирт. Благодаря тому, что брожение ведется в стерильных условиях, солод и дрожжи применяются тоже стерилизованные, и весь крахмал солода используется, — выхода получают максимальные, при минимальных расходах солода и дрожжей. Способ амилло применяется пока только к зерновым

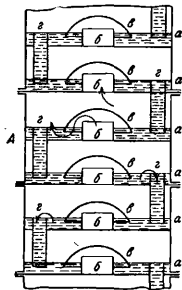
\* Литр-процент (л-%) = 0,01 л безводного спирта, градус = 0,01 вд. (весом 30 фн.).

материалам, гл. образ. к кукурузе; с картофелем он дает худшие результаты. Способ чистого брожения можно применять ко всяким крахмалистым материалам.

Из перебродившей бражки, приготовленной тем или иным способом, отгоняют спирт на медных колонных перегонных аппаратах. На фиг. 7 показан перегонный аппарат обычной системы с одной колонной А. Устройство колонны изображено на фиг. 7а. Она разделяется поперечными перегородками, тарелками, а на ряд отделений (13 и более). Каждая тарелка имеет в середине отверстие с горловиной б, прикрытой сверху колпаком в, края которого не доходят до тарелки, а сбоку — сливную трубу з; верхний конец трубы немного выступает над тарелкой, а нижний опускается до следующей нижней тарелки. В нижнее отделение колонны пускают пар, который нагревает до кипения находящуюся здесь



Фиг. 7.



Фиг. 7а.

жидкость. Образующийся спиртоводяной пар поднимается кверху через средние отверстия тарелок, и так как прикрывающие колпаки погружены краями в находящуюся на тарелках жидкость, то пар из-под колпака должен пройти через эту жидкость. При этом он отчасти конденсируется и, нагревая жидкость, вызывает новое парообразование; новый пар богаче спиртом. Т. о., поднимаясь кверху, пар все более и более обогащается спиртом. По выходе из колонны он поступает в дефлегматоры В (фиг. 7), где немного охлаждается протекающей через эту часть аппарата из холодильника В водой и бардой, направляющейся через дефлегматор в колонну. При охлаждении конденсируется гл. образ. вода, и, следовательно, пар еще более обогащается спиртом. Сгустившаяся здесь часть, флегма, стекает в верхнюю часть колонны, а пар идет в холодильник, где сгущается в сырой спирт, и через контрольный снаряд, определяющий количество спирта, поступает в спиртовой подвал. Бражка, дойдя до нижнего отделения колонны, лишается спирта и в этом виде называется бардой. Барда из нижнего отделения колонны поступает в бардную регулятор Г, имеющий выпускное отверстие, закрываемое шарообразным поплавком. Когда в регуляторе есть барда, шар всплывает и дает ей возможность выйти

через отверстие. Когда она выйдет, отверстие закрывается шаром, и пар из колонны не может выйти вместе с бардой. Барда из аппарата поступает в бардную ларь и отсюда раздается скоту в корм. Бардные регуляторы часто снабжаются аппаратом Салерона для контроля барды на содержание спирта. В этом аппарате имеется охлаждаемый водой змеевик, через который проходят бардные пары. Здесь пары сгущаются в жидкость, которая идет в эвретку с волчком, показывающим содержание спирта. Колонка, имеющая обычно очень большую высоту, иногда разделяется для удобства на 2 части, устанавливаемые рядом. Существует много систем брагоперегонных аппаратов, отличающихся различными конструктивными особенностями деталей и особенно дефлегматоров. Дефлегматоры новейшей системы Вагенера (г. Кюстрин) и Гольцерна (г. Гримма в Саксонии) дают возможность получать из аппарата спирт большей крепости, чем обычно. Обыкновенно сырой спирт получается крепостью в 90°. Т. к. он содержит еще много воды и кроме того различные примеси, как уксусный альдегид и высшие спирты (сивушное масло), то для питьевого и медицинского применения он обычно подвергается ректификации на особых ректификационных аппаратах, периодически действующих (Савала) или непрерывно. (Барбе, Гильома и др.) (см. *Ректификация*). В сыром виде он идет для различн. технических надобностей (освещение, нагревание и пр.), при чем во избежание злоупотреблений денатурируется (см. *Денатурация*).

Производство спирта у нас до войны было широко развито, и Россия стояла по абсолютному количеству выработанного спирта на первом месте. В 1913/14 г. на 3 000, приблизительно, заводах было выкурено 139,5 млн. вд. 40°-ного спирта. Но по душевому потреблению Россия стояла на одном из последних мест, так как в среднем на одну душу приходилось 0,59 вд. (в 40°); ок. 10% выработанного спирта вывозилось за границу (1912 г.), глав. обр. в Турцию и Германию. В 1924/25 г. работало ок. 60 з-дов, в 1925/26 г. — 367 з-дов с выработкой 4 038 400 гл, а в 1926/27 году — 4 673 000 гл 40°-ного спирта. Торговля спиртом у нас монополизирована государством. Статистические данные о В. см. *Спирт*. А. Шустов.

**Винокурение из патоки.** На многих сахарных з-дах в СССР практикуется В. из патоки. Главный продукт, идущий на переработку в спирт, — черная патока, или меласса, являющаяся отбросом свеклосахарного производства. Меласса представляет собой густую, довольно вязкую массу темно-коричневого или черного цвета, содержащую до 45—50% сахара. Химич. состав мелассы: воды 19,8% (11—30%), минеральных веществ 9,7% (7—14%), сахара 47,1% (35—55%), азотистых и других органич. веществ 25,6% (15—39%). При переработке мелассы следует отдавать предпочтение выдержанной мелассе.

Паточное В. складывается из следующих процессов: разбавление мелассы водой, нейтрализация ее кислотами, подогревание полученного раствора, приготовление дрожжей,



брожение суслу и перегонка бражки. Незабавленная меласса имеет 40—43° по Вё, что соответствует 75,2—81,4° по Баллингу, или уд. в. 1,38417—1,42528. Сусло для брожения приготавливается с содержанием сахара 20—22%. Меласса содержит обычно значительное количество извести и имеет поэтому щелочную реакцию, а так как дрожжи не переносят щелочной среды, то полученный раствор приходится нейтрализовать кислотами. Наиболее выгодное количество серной кислоты при сбраживании нормальных паток составляет 0,1%  $H_2SO_4$  (что соответствует приблизительно содержанию 0,3—0,4 см<sup>3</sup> нормального едкого натра на 20 см<sup>3</sup> затора). Определение нейтральности раствора производится при помощи лакмусовой бумажки. Существуют способы нейтрализации мелассы фосфорной кислотой и измельченным сухим торфом. Кипячение нейтрализованного раствора производится при помощи пара. Лучшие дрожжи для паточных заторов приготавливают из сухого солода и ржаной муки; кроме того, иногда при паточном В. применяют дрожжи из зеленого солода и отрубей и пивные дрожжи, а также пивные дрожжи совместно с пшеничными отрубями и паточные дрожжи. Наибольшая допускаемая при брожении  $t^{\circ}$  23°—иначе происходят значительные потери в выходе спирта. Квасильные чаны для раствора строятся большей частью деревянные, вместимостью от 5 000 л и выше. Применяются также квасильные чаны из железа, с поверхностным водяным охлаждением. После сбраживания следует отгон спирта из бражки на перегонных аппаратах.

Отбросом паточного В. является паточная барда, представляющая собой малоценное кормовое вещество; но т. к. эта барда содержит до 14,47 г на кг окиси калия  $K_2O$ , то предпочитают перерабатывать ее путем выпаривания и сжигания на бардяной уголь или удобрительный тук. Содержание  $K_2O$  в угле, считая на свободный от углекислоты уголь, колеблется между 30 и 34%. Путем рафинирования угля добывают поташ. Барда, как удобрительный тук, содержит в 1 000 л 4 кг N и 15 кг  $K_2O$ .

**Н. Ракицкий.**

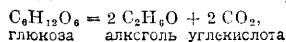
**Винокурение из торфа.** Процесс получения винного спирта из торфа сводится главным образом к осахариванию торфа, т. е. к превращению содержащихся в нем целлюлозы и других полисахаридов в сбраживаемые сахара и к сбраживанию последних на спирт. К промежуточным операциям относятся фильтрация и нейтрализация полученных после осахаривания кислых сахаристых растворов и отгонка спирта из перебродившей бражки. Известны опыты по получению спирта из торфа—Фейлитцена (1898 г.), Мозера (1918—1922 гг.), Философова (1921—1923 гг.) и др.

Фейлитцен, действием слабых минеральных к-т на сфагновый торф в автоклаве при 130° и соответствующем давлении (около 3 atm), получал сахаристые растворы, подвергавшиеся затем сбраживанию пивными дрожжами, при чем на 100 кг воздушно-сухого торфа было получено около 5 кг 100%-ного винного спирта. Проф. А. Мозер (Москва) получал наилучшие выходы сахара обработкой торфа  $\frac{5}{10}$  N соляно-

или  $\frac{7}{10}$  N серною кислотами, которых на каждый г торфа прибавлялось 15 см<sup>3</sup>; вся масса подвергалась варке в продолжение 5—6 часов при 100°. Наилучшие выходы сахара дали молодые сфагновые и осоковые торфа. Осахаривание их составляло 34,1 и 34,3% веса сухого вещества торфа. Проверив свои опыты в ползаводском масштабе, проф. А. Мозер получил выход спирта в 4,9 кг на 100 кг безводного торфа или 50 л 90° спирта на 1 000 кг воздушно-сухого торфа. Кроме того, из 1 000 кг торфа можно получить не менее 450 кг неразложившегося органич. остатка в виде сухих брикетов (4 400 Cal). Себестоимость 1 гл спирта из торфа, считая по ценам 1914 года, проф. Мозер определил приблизительно в 14 р. 60 к. против 17 р. за гл спирта из картофеля. С усовершенствованием техники производства имеется возможность достижения выходов до 90 л спирта на 1 000 кг безводного торфа. Несмотря на благоприятные опытные данные как в СССР, так и в Западной Европе, В. из торфа дальше опытов не пошло и в промышленном масштабе нигде до сих пор не производилось.

**Н. Успенский.**

**Выход спирта.** Теоретически из 100 г глюкозы получается 51,11 г алкоголя и 48,89 г углекислоты согласно химическому ур-ню:



по на практике выход этилового алкоголя при В. значительно ниже благодаря получению побочных продуктов, понижающих этот выход. На практике расчет приходится производить из сырья, а не из промежуточных продуктов, каким, например, является глюкоза, и поэтому для расчета необходимо знать %-ное содержание крахмала в том или ином продукте, употребляемом для В. Теоретически из 1 кг крахмала получается 71,612 л-% спирта, но надо считать большим успехом при среднем оборудовании завода получение из 1 кг крахмала 60 л-%. Разница между теоретическим и практическим выходом спирта должна быть отнесена к неизбежным потерям при производстве. Эти потери обуславливаются оставшимся без изменения крахмалом, неполнотой сбраживания суслу, испарением спирта и дефектами оборудования. В исключительных случаях удастся повысить в заводском производстве получение выхода спирта до 66,5 л-%, т. е. до 93,7% теоретического выхода. Исходя из расчета выхода спирта из крахмала, легко составить рабочую калькуляцию и план снабжения предприятия сырьем.

Приведенные расчеты относятся ко всем крахмалистым материалам, как-то: картофелю, зерновому хлебу (ячмень, пшеница, рожь), кукурузе и т. д. Уд. вес безводного спирта при 15° = 0,7942. Для определения спиртового раствора (например в водках) в СССР принят ареометр Траллеса, показывающий объемные % спирта, хотя есть ареометры, дающие определения и в весовых % спирта (см. *Ареометрия*). В сыром спирте содержатся: высшие спирты—от 0,1 до 0,4%, объединяемые под общим именем сивушного масла, глицерин—в картофельном и хлебном заторе от 1,6 до 4,3% и при брожении виноградного сока от 2,5 до 14%—и к-ты,

из к-рых главные—углекислота (см. химич. уравнение) и янтарная кислота. По Пастеру, на 100 ч. сахара при брожении получается от 0,5 до 0,7% глицерина.

При В. из патоки выход спирта на практике дает на 100 кг патоки 26—30 л безводного спирта, т. к. патока содержит, в среднем, до 48% сахара, способного к брожению. Расчет по производству синтетич. спирта, в виду отсутствия в печати точных данных, дается приблизительный. Известно, что в Германии за время войны 1914—18 гг. было добыто синтетич. спирта 39 тыс. гл, при чем 200 кг кальция и 60 м<sup>3</sup> водорода давали 1 гл 40%-ного спирта. Для настоящего времени синтетич. получение спирта является дорогим способом и применимо лишь при утилизации дешевой энергии воды, т. к. каменного угля на 12 л 40%-ного спирта идет 32 кг. При расчете выхода спирта из древесных опилок по способу Эвена и Томлинсона (С.-А. С. Ш.) в Швеции, Норвегии и Канаде считают, что 100 кг сухого вещества опилок дают 8,5 л спирта. Некоторые американ. заводы перерабатывают свыше 200 т опилок в сутки. По способу Вильштетера из 100 кг сухого вещества дерева лабораторно получают до 35 л спирта. При расчете получения спирта из сульфитных щелоков, представляющих собой отбросы бумажной и целлюлозной промышленности, считают, что при концентрации раствора в 8—9° по Баллингу, при содержании 1—2% сахара и соответствующей обработке из 100 л щелока можно получить 0,8 л спирта. Переработка сульфитных щелоков распространена в Швеции, Норвегии и Германии.

Лит.: Любавин Н. Н., Техн. химия, т. 7, Винокурение, М., 1926; Фукс А. А., Краткое рук-во к контролю и учету винокур. производства и анализу спирта, М.—Л., 1926; Яглин Л. М., Краткое руководство по винокурению, П., 1922; I Всесоюзное совещание по винокур. промышленности, М., 1925; Меркер-Дельбрюк М., Винокурение и производство, Тверь, 1907; Гриневич К. Л., Рук-во к винокурению, СПб., 1912; Мозер А., К вопросу о получении винного спирта из торфа, «Работы Торфяной академии», Хим.-техн. секция, М., 1921, вып. 1; Философов М. С., Винокурение из торфа, Киев, 1924; Садинов В. С., К вопросу о получении винного спирта из торфа, «Труды Росс. инст. прикл. химии», М., 1925, в. 3; Wagner A., Die Spiritusfabrikation u. ihre Nebenprodukte, Braunschweig, 1925; Lühder E., Die Technologie d. Spiritusindustrie, Braunschweig, 1920; Redenbacher W., Die Wärmewirtschaft in d. Brennerei, Stuttgart, 1926; Kalender für d. landwirtschaftlichen Gewerbe, В., 1926; Delbrück M., Brennerei-Lexikon, В., 1915; Annuaire statistique, t. 42, P., 1927. Н. Раницкий.

**Техника безопасности.** Особую опасность в В. представляет аппарат Генце, работающий под давлением пара в 3 атм (избыт.). При ненадлежащем уходе и небрежном ремонте они дают взрывы с тяжелыми последствиями для окружающих. Согласно правилам Наркомтруда СССР аппараты Генце подлежат периодическому освидетельствованию технической инспекцией труда.

**ВИНСЕННИТ** (Vincennite), жидкая смесь, применявшаяся в войну 1914—18 гг. Францией и Англией для химич. поражения. Действующая составная часть В.—синильная кислота HCN (см. *Боевые отравляющие вещества*); др. компоненты (хлористый мышьяк AsCl<sub>3</sub>, хлорное олово SnCl<sub>4</sub> и хлороформ CHCl<sub>3</sub>) вводились для утяжеления паров, замедления испарения и в качестве дымо-

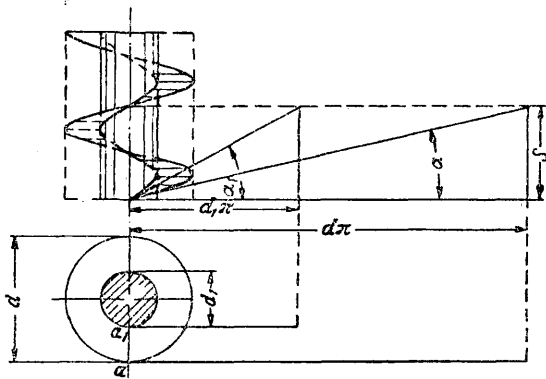
образователей. Различные варианты состава В. (в % по весу) приведены в след. табл.:

	I	II	III
HCN . . . . .	50	55	46—55
AsCl <sub>3</sub> . . . . .	30	20	54—45
SnCl <sub>4</sub> . . . . .	15	—	—
CHCl <sub>3</sub> . . . . .	5	25	—

В. применялся в артиллерийских хим. снарядах и минах; предполагался к применению в химич. авиабомбах. Начало применения—1/VII 1916 г., в боях под Соммой. За время войны Францией было изготовлено более 4 000 т В. Боевая ценность его оказалась невысокой.

Лит.: см. *Боевые отравляющие вещества*.

**ВИНТ**, цилиндрок. тело, на поверхности которого имеется *нарезка* (см.) по *винтовой линии* (см.). При угле подъема винтовой линии  $\alpha$  и радиусе цилиндра  $a$  шаг винта  $S = 2\pi a \operatorname{tg} \alpha$  (фиг. 1). В зависимости от назначения В. бывают: а) скрепляющие,

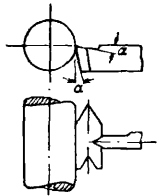


Фиг. 1.

служащие для соединения отдельных частей; к этой группе относятся болты (см. *Болтовое производство*), шпильки, шурупы; б) передаточные, имеющие своим назначением преобразование и передачу движения, например вращательного в поступательное; сюда же следует отнести грузовые В., служащие для получения больших усилий, например в домкратах, прессах и пр.; в) установочные для установки в определенном положении машинных частей (золотников, супортов и пр.); г) измерительные, т. е. точные В. для микрометров и прочих измерительных инструментов. Для скрепляющих В. преимущественно применяется нарезка, имеющая сечением равносторонний треугольник, так как натяжение В. вызывает в ней большее трение, чем в других нарезках, и, следовательно, для гайки имеется меньше возможностей для самопроизвольного отвинчивания; в передаточных винтах, где, наоборот, трение между винтом и гайкой является вредным, употребляются нарезки прямоугольные, трапецевидные и полукруглые. Кроме того, поверхность срезывания резьбы при одной и той же высоте гайки у треугольной резьбы почти в два раза больше, чем у прямоугольной. В., имеющие несколько винтовых нарезок, расположенных на равных расстояниях, или многоходовые винты, применяются в тех случаях, когда, по конструктивным расчетам, шаг получается очень большим

по сравнению с наружным диаметром. В скрепляющих В. соотношения между внешним диам.  $d$ , внутренним диам.  $d_1$ , шагом нарезки  $S$ , глубиной ее, равно как и углы профиля, выполняются по утвержденным нормам (см. *Нарезка*).

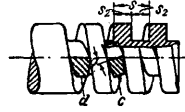
Для достижения правильной взаимной связи В. и гайки необходимо, чтобы боковые поверхности нарезки В. и гайки прилегали одна к другой плотно, без зазоров, так как рабочими поверхностями нарезки являются боковые поверхности ее. Чтобы этого положения надежнее достигнуть, в большинстве систем нормальной резьбы допущен некоторый зазор между В. и гайкой по их наружному и внутреннему диаметрам, т. е. введена так наз. притупленная резьба; наибольший диаметр нормальной резьбы у гайки несколько более наружного диаметра В., а внутренний диам. В. (стержня) меньше, чем наименьший диам. резьбы у гайки; так. обр. винт держится в гайке не по наружному или внутреннему диам., а исключительно боковыми поверхностями резьбы. Чтобы установить, правильно ли нарезаны боковые поверхности и осуществляется ли взаимное прилегание их, необходимо производить измерение по так наз. среднему диаметру  $d_m$ . В практике средним диам. остроугольной резьбы считается расстояние от наружного острия выступа резьбы до противолежащего острия в углублении ее. Если через  $a$  обозначить величину притупления (зазора) резьбы, а через  $h$  теоретическ. глубину ее, то  $d_m = d + 2a - h$ . Нарезку можно выполнить различн. способами, как-то: частично фрезировку, накатку, с помощью плашек и винтовальных досок, но основным способом является нарезка на токарно-винторезном станке, при чем точность изготовле-



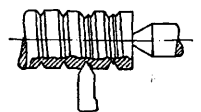
Фиг. 2.

Задний угол установки резца  $\alpha$  берется в  $12-15^\circ$ ; боковой угол установки—не менее  $5-6^\circ$ . Для получения правильного профиля нарезки передний угол, вообще говоря, д. б. равен нулю; при нарезке В. из медных сплавов и стали это правило соблюдено возможно, но при нарезке винта из мягкого, вязкого железа приходится делать передний угол больше, так как иначе нарезка получается рваной. Для правильной установки и заточки резцов применяются шаблоны. При нарезке резьбы с большим углом подъема резец д. б. изготовлен так, чтобы передняя режущая грань его составляла прямой угол с направлением винтовой нарезки (фиг. 3,  $e$ ); в этом случае резец будет резать относительно легко обеими сторонами. Если же резец изготовлен так, что верхняя его плоскость горизонтальна (фиг. 3,  $d$ ), то правой

своей стороной, в виду большого угла резания, резец будет не резать, а скоблить. Условия работы резца при нарезке резьбы очень неблагоприятны в виду того, что стружки образуются на обеих сторонах его, сталкиваются одна с другой и скатываются в ком; резец при этом заедает, и поверхность резьбы получается рваной. Этого можно избежать, если резать одной стороной резца,

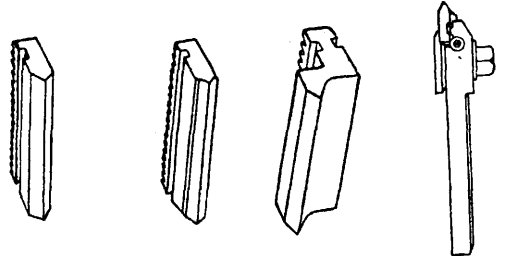


Фиг. 3.



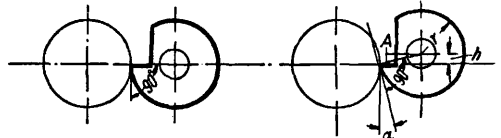
Фиг. 4.

давая ему при каждом новом проходе небольшое смещение вбок (фиг. 4), и лишь при окончательных чистовых проходах резать полным профилем. При нарезке нормальной остроугольной резьбы лучший результат получается при применении фасонных плоских (фиг. 5) и круглых (фиг. 6) резцов, изготавливаемых инструментальными заводами. Эти резцы имеют точный профиль;



Фиг. 5.

заточка их производится только по верхней плоскости, и, следовательно, токарь не может исказить профиль. Фасонные резцы вставляются в особые державки, сконструированные так, что они автоматически дают надлежащ. угол установки; следует только позаботиться, чтобы ось державки была перпендикулярна к оси В. Плоские фасонные резцы делаются с одним, двумя и с несколькими режущими зубьями. Наиболее точную нарезку дают резцы с одним зубом, так как профиль их не так искажается при закалке. Резец с двумя зубьями обеспечивает хороший отвод стружки и благоприятный угол



Фиг. 6.

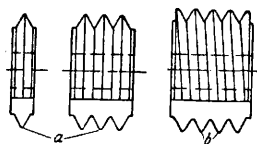
резания без искажения профиля, но его трудно правильно изготовить, так как в процессе закалки его больше поводит. При массовом изготовлении винтов и там, где не требуется особая точность, с успехом применяют резцы с многими зубцами (гребенки). С помощью этих резцов нарезка выполняется за один проход; чтобы облегчить работу первых зубьев и распределить ее равномерно на все остальные, вершины первых зубьев несколько стачиваются.

При изготовлении круглых фасонных резцов необходимо соблюдать, чтобы режущая поверхность  $A$  была ниже центра резца на величину  $h = r \cdot \sin \alpha$  (фиг. 6), так как если этого не сделать, то угол  $\alpha$  установки резца будет равен нулю, и, следовательно, резание будет затруднено; при установке резца центр его будет лежать на величину  $h$  выше центра нарезаемого винта. Однако следует учесть, что в результате этого положения профиль нарезки получается несколько искаженным, если заранее профиль самого резца не подобрать так, чтобы при заточке его ниже центра получился правильный профиль нарезки. Глубину  $x$  приведенной нарезки на самом резце можно вычислить по следующей формуле:

$$x = r - \sqrt{r^2 + t^2 - 2t\sqrt{r^2 - h^2}},$$

где  $r$ —радиус резца,  $t$ —требуемая глубина нарезки на  $B$ ,  $h$ —величина заточки резца ниже центра; угол  $\beta$  профиля резца получится из ф-лы  $\operatorname{tg} \beta = \frac{S}{2x}$ , где  $S$ —шаг нарезки,

$x$ —глубина приведенной нарезки на резце. Практически при нарезке резьбы плоским фасонным резцом на круглом резце режущую верхнюю плоскость устанавливают ниже центра нарезаемого круглого резца на величину  $h$ ; т. о. в том месте круглого резца, где потом будет произведена заточка его, получится надлежащий профиль режущей грани. Так как при таком положении резца выполнять работу трудно, то сначала его устанавливают в нормальном положении и только при окончательной отделке снижают на величину  $h$ . Если круглый резец должен служить для нарезки резьбы с небольшим подъемом (нормальные остроугольные резьбы), то резец может изготавливаться в форме шайбы (фиг. 7, а), при условии, однако, чтобы угол установки  $\alpha$  был  $< 15^\circ$ . При резьбах с большим углом



Фиг. 7.

подъема такой резец стал бы своими боками давить на боковую поверхность резьбы, поэтому канавки резца делаются в форме нарезки с тем же самым шагом, какой и у нарезаемого  $B$ . (фиг. 7, б); угол подъема нарезки на резце должен быть примерно равным углу подъема на  $B$ , следовательно, и диам. резца д. б. примерно равен диам.  $B$ ; но если на  $B$  нарезается правая резьба, то на резце резьба д. б. левая, и наоборот. Если диам. нарезаемого  $B$  мал, то резец получается такого малого диам., что его трудно закрепить в державке; в этом случае берут резец диам. вдвое больше диам.  $B$ , но нарезку на резце делают двухходовую с шагом вдвое больше шага нарезаемого  $B$ ; при этом форма нарезки, шаг ее и угол подъема получаются точно такие, как и у резца с одноходовой нарезкой, но с диаметром вдвое меньшим.

При нарезке резьбы в вязком материале полезно применять пружинящие державки для резцов; резец, вставленный в пружи-

нящую державку, имеет возможность при чрезмерном давлении на него несколько отодвинуться от нарезаемого винта, и таким обр. нарезка не будет задрана. Чем мельче нарезка, тем больше должна пружинить державка, и наоборот, при крупной резьбе пружинение д. б. меньше. В виду этого сконструированы державки, у которых степень пружинения может регулироваться в зависимости от размера профиля нарезки. При изготовлении особо точных и ответственных нарезок, напр. на ходовых винтах, винтовых калибрах, делительных  $B$ . и пр., пружинящих державок применять не следует. Движение супорту токарно-винторезного станка и укрепленному на нем резцу передается от ходового  $B$ . станка с помощью открывающейся гайки, прикрепленной к супортной доске. По окончании рабочего хода супорт с резцом д. б. отведен в свое начальное положение к началу резьбы. При коротких  $B$ . и небольшом диам. их можно отвести супорт, дав обратное вращение ходовому  $B$ . станка. При большой длине нарезаемых винтов этот способ повлек бы за собой значительную потерю времени, в виду чего целесообразнее разомкнуть гайку и отвести супорт в начальное положение от руки. При этом надо принять во внимание, что замыкание гайки во время нарезки в любом положении супорта возможно лишь в тех случаях, когда шаг исполняемой нарезки является кратным шагу ходового  $B$ . Если, например, шаг ходового  $B$ . равен 6 мм, то нарезки с шагом 0,75, 1, 2, 3, 6, 12, 18, 24 мм и т. д. можно нарезать, замыкая и размыкая гайку в любом месте. Для всех нарезок, для которых шаг ходового  $B$ . не является кратным шагу нарезки, необходимо при каждом замыкании гайки привести шпиндель станка, ходовой винт и супорт в одно и то же взаимное положение. Этого можно достигнуть, если начальное положение супорта установить перед началом нарезки с помощью установка и отметить положение шпинделя и ходового винта, нанеся черту мелом на них и на подшипниках, в которых они вращаются. После окончания каждого рабочего хода супорт отводят от руки в начальное положение, а шпиндель вращают до тех пор, пока метки мелом на нем и на ходовом винте не совпадут с метками на подшипниках, после чего гайка может быть замкнута. Этот прием применяется лишь тогда, когда отношение шага ходового  $B$ . к шагу нарезки (или обратно) дает остаток  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  или  $\frac{1}{8}$ . В противном случае, например когда на станке с дюймовым шагом на ходовом  $B$ . нарезается метрическая резьба, указанный способ не дает точных результатов, и тогда следует, установив начальное положение супорта и сделав метку мелом на шпинделе, нанести метку мелом не на ходовом  $B$ ., а на сменных шестернях станка, передающих движение  $B$ . При нарезке очень точной резьбы приходится перегонять супорт с помощью обратного хода винта, не размыкая гайки. При выполнении резьбы с точным шагом необходимо учитывать влияние на конечный результат работы возможной разницы в темп-ре ходового и нарезаемого предмета; последний может нагреться не только от процесса

резания, но и от трения в люнете и центрах, если они туго закреплены; поэтому винт следует нарезать предварительно в черне, применяя обильное охлаждение; к окончательной же нарезке и отделке надо приступать лишь после того, как В. приобретет температуру помещения, соответствующую  $t^\circ$ , при к-рой нарезался ходовой В. станка.

Для получения чистой и гладкой резьбы необходимо применять смазывающие средства; только для чугунных, бронзовых и латунных В. нарезка может производиться без смазки. В качестве смазки применяется мыльная вода, но для стали (в особенности вязкой) лучше употреблять растительные или животные масла, а также смеси этих масел с керосином или скипидаром. В особенно тяжелых случаях применяют рыбий жир или ворвань. Следует помнить, что применение смазывающ. средств сохраняет также и резец, что очень важно именно при изготовлении резьбы, так как всякая лишняя заточка резаца грозит искажением его формы. Для нарезки скрепляющих В. (болтов и шпилек), для которых особая точность не имеет значения, широко применяют всякого рода плашки и головки (см. *Клупп*).

При массовом производстве болтов применяется способ накатки особыми плитками (см. *Болт*). Трапецевидная и остроугольная, но отнюдь не прямоугольная, резьба может получаться и путем фрезирования на специальных станках, очень похожих по конструкции на обычные токарно-винторезные станки, но только у них резец заменен вращающимся профильным фрезером. В этих фрезерах зубцы располагаются так, что зубу на одной боковой поверхности соответствует впадина на другой; благодаря такому устройству фрезер режет легче и спокойнее. Чтобы иметь возможность измерять профиль зуба, оставляют в одном месте полный зуб. Ось фрезера д. б. наклонена под углом подъема резьбы к оси изделия. Преимущество нарезки резьбы фрезером заключается в большой ее производительности, т. к. резьба получается с одного или, в крайнем случае, с двух проходов. Однако фрезерованная резьба никогда не получается точной, даже если ее выполнять фрезерами с исправленным профилем. Для достижения точности резьбу после фрезирования проходят начисто резцом, передняя грань которого расположена параллельно оси изделия; сам резец должен иметь теоретически верный профиль. Для фрезирования резьбы одного и того же шага на винтах различных диаметров на практике применяют один и тот же фрезер, что неправильно, но допускается ради экономии инструмента, так как простояющая отсюда ошибка не имеет значения.

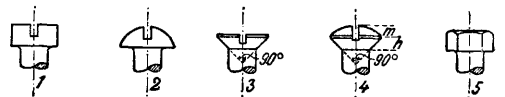
Вопрос об измерении резьбы каким-либо универсальным и в то же время достаточно надежным инструментом является очень сложным и до сего времени удовлетворительно не разрешен; при проверке резьбы приходится применять отдельные инструменты для каждого размера. Основными размерами винта являются шаг, средний диам. (диам. на сторонах) и угол профиля нарезки. Угол нарезки проверяется шаблоном, а в

последнее время, в случаях точной резьбы, специальными микроскопами или проекционным способом. Для проверки среднего диам. лучше всего применять специальный микрометр (фиг. 8). Измерительные упоры его представляют острия и подушки с двойным профилем нарезки. Подушки и острия меняются при измерении различных размеров и систем резьбы. При соприкосновении острия и подушки показание микрометра д. б. равно нулю. При измерении В. мера, показываемая микрометром, равняется среднему диаметру и д. б. равна соответствующей величине, имеющейся в таблицах для данной нарезки. Измерение среднего диам. дает точную величину лишь при условии, что размеры наружного и внутреннего диам. не дают значительных отклонений от нормальных размеров. Удобен способ применения обыкновенного микрометра и специальных мерительных шпилек, диам. которых соответствует диам. круга, вписанного в отверстие резьбы. Часть цилиндра шпильки срезается до глубины, соответствующей высоте вершины нарезки, взятой из таблиц данной резьбы. Наружный диаметр промеряется микрометром, после чего вставляют шпильку между упором его и боковыми сторонами накатки резьбы. Если В. имеет надлежащий наружный диаметр, а шпилька в канавку не входит, то профиль резьбы меньше, чем следует; если шпилька входит легко, то профиль слишком свободен; т. о. при этом способе одновременно проверяется наружный диаметр и толщина нарезки у среднего диаметра. Шаг нарезки, в ответственных случаях измеряется особым инструментом, изготовляемым по типу раздвижного штанген-циркуля. На концах движков укреплены сменные ролики, соответствующие шагу нарезки. Измеренный шаг читается на шкале прибора. При менее точной резьбе широко применяются шаблоны-резьбомеры, служащие для установления величины шага в мм или числа витков на дюйм. Для проверки резьбы употребляются также *винтовые калибры* (см.).

Лит.: Берлов М., Детали машин, вып. 1, Л., 1921; Иогансон А., Выполнение резьбы на токарно-винторезном станке, М., 1925; Müller O., Gewindeschneiden, Berlin, 1922; Kurgain M., Messtechnik, 2 Aufl., B., 1923. А. Буринов.

**Стандартизация В.** Секция по нормированию резьб при Бюро стандартизации ГУМП установила для В. диам. 1—10 мм следующие основы стандартов.

Типы головок. Секцией утверждены пять типов головок (фиг. 9), при чем для



Фиг. 9.

штампованных накатанных В. с потайной головкой фаска не делается, так как ее выполнение требовало бы непроизводительной

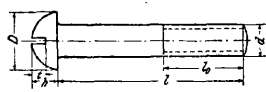
затраты инструмента и времени. Диаметр  $D$  головки (фиг. 10) установлен в зависимости от диаметра винта.

Зависимость диаметра головок от диаметра винта.

Тип головки	Для В. диам. от 1 до 6 мм включ.	Для В. диам. свыше 6 мм
Потайная . . .	$D \cong 1,8d + 0,2$ мм	$D \cong 1,7d + 1$ мм
Полукруглая	$D \cong 1,6d + 0,4$ »	$D \cong 1,5d + 1$ »
Цилиндрическая . . . . .	$D \cong 1,4d + 0,6$ »	$D \cong 1,3d + 1$ »

Стандарты диаметров для полупотайной и шестигранной головок еще не закончены проработкой.

На диаметрах  $D$  до 8,5 мм включительно проведены округления до 0,5 мм, а далее— до 1 мм. Высота головок. Для потайных головок

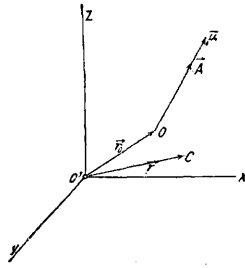


Фиг. 10.

высота  $h$  установлена в 0,5  $d$  при угле  $\alpha = 90^\circ$ ; для полукруглых головок винта, диаметром в 1—2,5 мм,  $h \cong 1d \cong \cong 0,5D$ ; при диаметре В. от 2,6 до 10 мм,  $h \cong 0,75d$ . Для цилиндрич. головок  $h \cong 0,75d$ . Сферическ. подголовки для В. с полупотайными головками образуются радиусом  $\cong 2d$ . Ширина прорезей (шлицов) для всех типов головок установлена в пределах от 0,2  $d$  до 0,25  $d$ . Глубина прорезей: для потайных и цилиндрических головок  $t = 0,5h$ ; для полукруглых головок  $t = 0,6h$ , для полупотайных головок  $t = 0,5(h + m)$ . Очертание полукруглой головки—сфера, очерченная одним радиусом. Длины В. даны с постепенно возрастающими интервалами, равными 0,5; 1; 2; 3; 4 и 5 мм. Длина паразитной части для В. точных:  $l = 3d$ , при диам. В. до 5 мм, и  $l = 2,5d$ , при диаметре 5 мм и выше. Для штампованных накатанных винтов всех диаметров длиной 30 мм и меньше нарезка накатывается по всей длине; В. длиннее 30 мм накатываются на 30 мм.

Лит.: Общесоюзные стандарты, ОСТ, 188—192, 214—219, март 1928, срок введения—1 марта 1928.

**ВИНТ** (в теоретической механике). Для каждой системы приложенных векторов имеется нек-рая прямая, называемая главной осью системы, которая обладает тем свойством, что для любой ее точки (полоса) главный вектор и главный момент системы направлены по этой же прямой, при чем совершенно безразлично, какую механическую величину система представляет. Такая совокупность двух векторов, лежащих на одной оси, эквивалентная целой системе приложенных векторов, называется винтом, при чем главный вектор  $A$  называется амплитудой винта, а частное от деления длины вектора главного момента  $\bar{\mu}$  на длину вектора  $A$  называется параметром  $p$  винта,



Такая совокупность двух векторов, лежащих на одной оси, эквивалентная целой системе приложенных векторов, называется винтом, при чем главный вектор  $A$  называется амплитудой винта, а частное от деления длины вектора главного момента  $\bar{\mu}$  на длину вектора  $A$  называется параметром  $p$  винта,

$p = \frac{\bar{\mu}}{A}$  и  $\bar{\mu} = p \cdot A$ . Винт вполне определяется шестью величинами, а именно: четырьмя величинами, определяющими положение главной оси в пространстве, параметром и амплитудой. Можно определить В. также посредством радиуса-вектора  $r_0$ , определяющего положение полюса  $O$  на оси по отношению к нек-рой системе отсчета, вектора амплитуды  $A$  и параметра  $p$ , что равносильно наличию семи величин, вследствие чего одной из составляющих вектора  $r_0$  может быть придано произвольное значение. Момент  $M$  винта относительно какой-либо точки  $C$ , положение которой определяется радиусом-вектором  $r$ , равняется

$$M = pA + [(r_0 - r)A]. \quad (1)$$

В качестве системы приложенных векторов можно взять систему сил, приложенных к твердому телу, при чем, как известно, ее можно привести к такой равнодействующей силе  $R$  и к такой равнодействующей паре, чтобы направление момента  $M$  последней совпало с направлением  $R$ . Т. о. совокупность  $R$  и  $M$ , эквивалентная данной системе, представляет собой В. с параметром  $p = \frac{M}{R}$  и амплитудой  $R$  или динаму системы сил. Точно так же скорость движения точки твердого тела состоит из соответствующих данному моменту мгновенной угловой скорости вращения  $\omega$  около нек-рой оси (мгновенная ось вращения) и поступательной скорости  $\bar{u}$  вдоль этой же оси, так что совокупность  $\omega$  и  $\bar{u}$  представляет собой также В. с параметром  $p = \frac{u}{\omega}$  и амплитудой  $\bar{\omega}$ , или

винтовую скорость движения точки. Т. о. видно, что между  $R$  и  $\omega$ , с одной стороны, и  $M$  и  $u$ , с другой, существует полная аналогия. Эти свойства аналогичности между кинематическ. и динамич. векторами были положены в основу выработки общих правил действий над ними, независимо от их механического значения, чем достигается большая общность в выводах различных между собой отделов механики. Так, напр., пользуясь ф-лой (1) имеем: 1) момент динамы системы сил  $M_{\theta}$  относительно точки  $C$ :

$$M_{\theta} = M + [(r_0 - r)R] = pR + [(r_0 - r)R]$$

и 2) момент  $M_e$  винтовой скорости движения точки относительно  $C$ :

$$M_e = u + [(r_0 - r)\bar{\omega}] = p\bar{\omega} + [(r_0 - r)\bar{\omega}].$$

См. также *Моторное исчисление*.

Лит.: Жуковский Н. Е., Теоретич. механика, ч. II, М., 1927; Заичевский И., Теория винтов и приложения ее к механике, Одесса, 1889; Ball R. S., Theory of Screws, London, 1876; Ball R. S., Theoretische Mechanik starrer Systeme, Berlin, 1889; Schell W., Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2 Aufl., Lpz., 1880; Timmerding H. E., Die Theorie d. Kräftepläne, Lpz., 1910; Mises R., 'Ztschr. für angewandte Mathematik und Mechanik', Berlin, 1924, 4.

М. Серебряников.

**ВИНТ ВОЗДУШНЫЙ**, см. *Воздушный винт*.

**ВИНТ ГРЕБНОЙ**, см. *Гребной винт*.

**ВИНТ МИКРОМЕТРИЧЕСКИЙ** в астрономич., геодезич. и других приборах служит для измерения малых прямолинейных отрезков поступательным перемещением связанного с ним указателя. В. м. при шаге

нарезки от 0,25 мм дает возможность проиводить отсчет до 0,001 части его оборота. Если бы сам В. м. и его соединение с указателем были идеальны, то линейное перемещение указателя было бы пропорционально углу поворота В. м. В действительности шаг В. м. не строго одинаков по всей длине винта, а потому отсчитанный угол поворота нуждается в так называемой прогрессивной поправке; непрямолинейности В. м., периодически повторяющиеся от одного оборота к другому, и несовершенство соединения В. м. с указателем обуславливают периодическую поправку отсчета. Для В. м., выпущенных лучшими современными механиками, эти поправки чрезвычайно малы, тем не менее они подлежат определению и учету, так как при снашивании В. м. нельзя ручаться за их неизменность. Для определения прогрессивной поправки меряют разными частями В. м. нек-рый отрезок, возможно близкий к целому числу оборотов, и сравнивают полученные результаты; для вывода периодических поправок избирают отрезок, близкий к той или другой доле одного оборота. Результаты поправок выражают или графически или в числовых таблицах.

Лит.: «Ztschr. f. Instrumentenkunde», В., 1881, р. 14, 51, 73, 1883, р. 238, 350, 424, 1884, р. 166, 1894, р. 381; «Ztschr. f. Vermessungswesen», Stuttgart, 1887, р. 545.

**ВИНТОВАЛЬНАЯ ДОСКА**, слесарный инструмент, служащий для нарезывания вручную мелких винтов, диаметром от 1½ мм до 10—12 мм. В. д. является не чем иным,

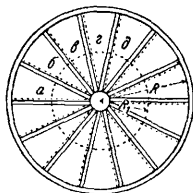
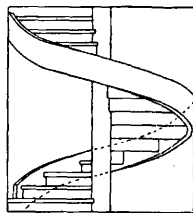


как набором цельных винторезных плашек различных размеров, нарезающих резьбу за один проход. В. д. представляет собой стальную планку, в которой высверлено определенное число (от 9 до 20) отверстий, снабженных двумя боковыми вырезами для получения режущей грани и нарезанных метчиком; первые витки резьбы винтовальной доски несколько стачиваются на конус, для того чтобы при нарезке винтов резьба нарезалась постепенно; после этого доска закаливается. Точной нарезки В. д. дать не может, но она удобна для ремонтных работ, т. к. очень компактна и дает возможность нарезать винты от 9 до 20 различных диаметров. Неудобство ее заключается в том, что в случае порчи дыры для одного размера резьбы приходится приобретать новую доску. В виду этого делают В. д. со вставными плашками; плашки изготовляют слегка конической формы и закрепляют в В. д. с помощью шпонки. При этом устройстве испорченные плашки можно сменять; кроме того закалка отдельных плашек легче, чем целой доски, их не так поводит, вследствие чего резьба получается точнее. Т. к. винт должен соответствовать гайке, то вместе с винтовальной доской изготовляют и набор соответствующих метчиков для нарезки гаек к нарезаемому винтам.

**ВИНТОВАЯ ЛЕСТНИЦА**, лестница для внутреннего сообщения между помещениями, расположенными в разных этажах, и для сообщения верхних этажей здания с двором.

В. л. делаются там, где приходится экономить объем жилого помещения и где ими приходится пользоваться в одиночных случаях, для разгрузки других лестничных клеток.

Ширина маршей для В. л. не превышает обычно 0,95 м. Расчет В. л. делается следующим образом. Положим, требуется спроектировать В. л. шириной в 0,80 м и высотой в 4,25 м. Сначала нужно определить диаметр винтовой лестницы: он равен двойной ширине В. л. с прибавлением толщины средней колонки. Пусть мы имеем деревянную колонку толщиной в 0,14 м, тогда diam. В. л. будет равен  $2 \times 0,80 + 0,14 = 1,74$  м. Из центра лестницы (фиг. 1) описываем окружность радиусом  $R = \frac{1,74}{2} = 0,87$  м и вчерчиваем в нее центральную колонку радиусом  $r = 0,07$  м;



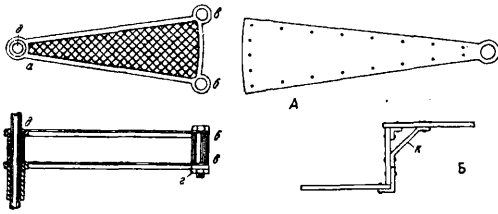
Фиг. 1.

затем радиусом  $R_1 = \frac{0,80}{2} + 0,07 = 0,47$  м, описываем окружность, которая представляет проекцию линии восхода; длину окружности, равную  $2\pi \cdot 0,47 = 2,95$ , делим на части, равные желаемой ширине ступени по линии восхода, например 0,20 м, и получаем число проступей:  $n = \frac{2,95}{0,20} = 14$ . Из центра окружности через точки *a*, *b*, *c*, *d* проводим прямые, определяющие вид ступеней. Для того чтобы при восхождении и при спуске с В. л. человек свободно проходил, не задевая головой о внутреннюю сторону ступеней, необходимо, чтобы превышение 15-й ступени над 1-й было равно среднему росту человека (1,95 м) с запасом в 0,18 м; кроме того надо еще прибавить на толщину ступени 0,09 м, т. е.  $H = 1,95 + 0,18 + 0,09 = 2,22$  м. Разделив *H* на число ступеней  $n = 14$ , найдем высоту ступени:  $h = \frac{2,22}{14} = 0,16$  м.

Недостаточная ширина проступи в В. л. обыкновенно регулируется устройством свеса в ступенях (до 0,09 м). Все число ступеней (подъемов) В. л. определяется, если разделить всю высоту лестницы на высоту одной ступени: в данном случае общее число ступеней  $N = \frac{4,25}{0,16} = 27$ , а число проступей равно  $N - 1 = 26$ . Так. обр. лестница будет иметь два полных оборота без двух ступеней (проступей). Для удобства восхождения по В. л. обычно увеличивают диаметр средней колонки; тогда ступени получают трапециевидальную форму, при чем ширина ступени у внутреннего конца становится больше.

В. л. часто делают деревянные; по конструкции своей они не тяжелы, удобны для ходьбы по ним, не скользки, легко ремонтируются и дешевы. Недостатки таких деревянных В. л. заключаются в том, что они не долговечны и не стойки в отношении огня. Вот почему деревян. В. л. можно строить только в тех местах, где в случае пожара есть возможность, помимо В. л.,

пользоваться и др. лестницами. В большом применении в строительстве металлич. В. л. Чугунные В. л. устраиваются из отдельных ступеней, треугольной формы (фиг. 2). Каждая ступень у внутреннего конца оканчивается муфтой *a*, высота которой равняется высоте ступени, а внутренний диаметр — диаметру колонки *d*, на которой ступени и собираются; у наружного конца ступени находится муфта *b*, высота которой соответствует высоте ступени, и пружина *e*, служащая для скрепления ступеней между собой. Последнее часто производится отдельно болтами с гайками *g*. Если диам. лестницы



Фиг. 2.

Фиг. 3.

больше 2 м, то ее строят с железной винтообразной тетивой, поддерживающей наружные концы ступеней; последние прикреплены к тетиве болтами. Тетиву делают обыкновенно из котельного железа толщиной в 3—6 мм и при высоте в 127—152 мм.

В тех случаях, когда В. л. должна соединять более двух этажей, часто применяют В. л. системы Жюли, обладающие сравнительно большою устойчивостью. В этой системе ступени лестницы своими внутренними концами опираются на колонку; наружные концы ступеней жестко соединяют с винтообразной железной тетивой, к-рая четырьмя тягами подвешивается к потолочным балкам верхнего этажа; этими же тягами соединяются между собою все витки тетивы. Центральная колонка опирается на фундамент или на свод пологого перекрытия первого этажа. Диаметр В. л. системы Жюли  $\cong 1,6$  м. Кроме чугунных ступеней применяются ступени, изготовленные из котельного железа (фиг. 3, А). Железн. ступени скрепляются с подступеньками и между собою накладками из узлового железа. Для большей жесткости кроме углового железа применяются железные кронштейны *к* (фиг. 3, В).

Лит.: Стаценко В., Части здания, ч. II, 6 изд., П., 1923; Эвальд В. В., «Промышленность и техника», «Энциклопедия промышлен. знаний» т. 1, 2 изд., СПб., 1904. И. Запорожец.

**ВИНТОВАЯ ЛИНИЯ** м. б. построена след. образом: берем плоский прямоугольник с основанием  $2\pi a$  и проводим из его нижней вершины наклонную прямую под углом  $\delta$  к основанию (например диагональ); если повернуть этот прямоугольник на круглый цилиндр с радиусом основания *a* так, чтобы основание прямоугольника совпало с окружностью основания цилиндра, то наклонная прямая обратится в пространственную кривую, к-рая составит один виток или ход В. л. Ось цилиндра называется осью В. л. В. л. пересекает все образующие цилиндра под одинаковыми углами, благодаря чему называется локсодромией для данного

цилиндра. В. л.—кратчайшее расстояние между точками цилиндра, т. е. геодезическая линия. В. л. пересекает какую-либо одну образующую цилиндра бесконечное число раз; расстояние *h* по образующей между двумя смежными пересечениями, т. е. высота хода, называется шагом В. л. Уравнения В. л. в параметрической форме:

$$x = a \cos \varphi; \quad y = a \sin \varphi; \quad z = k\varphi = \frac{\varphi}{2\pi},$$

где  $k = atg \delta$ ;  $h = 2\pi k$  (*a*, *k*, *h*—постоянные). В. л. есть траектория точки, движение которой составляется из двух равномерных движений: вращательного—по кругу радиуса *a* и поступательного—в направлении, перпендикулярном к плоскости этого круга; параметр  $\varphi$  есть угол поворота этого вращения. Радиусы кривизны В. л. постоянны, при чем радиус первой кривизны  $= \frac{a^2 + h^2}{a}$  и радиус второй кривизны  $= \frac{a^2 + h^2}{h}$ .

В механике В. л. имеет важное значение, т. к. (по теореме Шалля) всякое перемещение твердого тела из одного положения в другое м. б. получено одним винтовым движением. Как следствие этой теоремы, всякое движение твердого тела в бесконечно малый промежуток времени м. б. рассматриваемо как винтовое, т. е. как одновременное вращение и скольжение относительно нек-рой прямой (оси винта), называемой мгновенной осью вращения и скольжения.

Лит.: Суслев Г. К., Основы аналитической механики, Киев, 1900; Renfer A., Über Schraubelinien und Schraubflächen, Burgdorf, 1900.

**ВИНТОВАЯ НАРЕЗКА**, см. Нарезки.

**ВИНТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ**, геликоид, получается, если неизменная кривая (образующая) движется, равномерно вращаясь около некоторой оси и одновременно равномерно перемещаясь поступательно в направлении этой оси; при этом движении каждая точка кривой описывает винтовую линию. Простейшая В. п. получается, если образующая—прямая, пересекающая ось и перпендикулярная к ней. У-ние этой поверхности:  $z = k \cdot \arctg \frac{y}{x}$  или, в параметрической форме,  $x = u \cdot \cos v$ ,  $y = u \cdot \sin v$  и  $z = k \cdot v$  (*u*, *v*—переменные, *k*—постоянная). Полагая  $u = \text{Const}$ , получаем винтовые линии; полагая  $v = \text{Const}$ , получаем прямолинейные образующие В. п. Форму этой В. п. приблизительно представляет винтовая лестница (ребра ступенек—прямолинейные образующие). В технике винтовая поверхность применяется при образовании поверхностей лопастей пропеллера.

**ВИНТОВАЯ СКОРОСТЬ**, функция угловой скорости (см.)  $\omega$  около мгновенной винтовой оси и скорости *u* поступательного движения вдоль этой оси (см. Винтовое движение). Скорость *v* всякой точки твердого тела для данного положения мгновенной винтовой оси выражается через аргументы В. с. ( $\omega$ , *u*) по ф-ле:  $v = \sqrt{u^2 + (r\omega)^2}$  (*r*—расстояние точки тела от данной мгновенной винтовой оси). О параметре  $p = \frac{u}{\omega}$  см. Винт.

**ВИНТОВКА**, ружье для стрельбы пуль, с нарезками в канале ствола для придания пуле вращения. Первые сведения о нарезном оружии в России относятся к середине 17 в.



Первоначальный калибр нарезных ружей был около 17,8 мм (7"). Пуля весила около 49 г, весь патрон—около 58 г, а общий вес ружья достигал 4,5 кг. Начальная скорость пули доходила до 305 м/сек.

Главнейшие данные систем изменялись в зависимости от способа заряжания винтовки следующим образом: 1) бумажный патрон и отдельный капсюль, число выстрелов в минуту 5—6 (системы Жилле, Грина, Терри-Нормана, Шаржа, Линднера); 2) унитарный патрон с бумажной гильзой, число выстрелов в минуту 8—9 (системы Шаспо, Карле, Дрейзе); 3) унитарный металлический патрон, число выстрелов в минуту 8—9 (системы Пибоди, Мартини, Вердера, Верндля, Крнка, Бердана № 1, Снайдера, Венцля, Альбини, Терсена, Амслера, Ремингтона, Бердана № 2, Ветерли, Маузера, Гра, Бомона). З а т в о р ы были следующих конструкций: движущиеся в вертикальной плоскости, крановые, качающиеся и скользящие. Сцепление затвора с коробкой в большинстве случаев—гребнем затвора и плечом коробки, но в некоторых системах уже появляются выступы, перейти к которым в дальнейшем стало необходимо вследствие повышения давления (Грин, Карле, Ветерли). О б т ю р а ц и я достигалась нажатием конич. поверхностей затвора и коробки, расплючиванием второй пули, помещенной позади пороха, войлочными, кожаными и каучуковыми кружками.

Главные данные винтовок, бывших на вооружении перед введением 3''' калибра, приведены в табл. 1.

Пироксилиновый порох дал возможность получить при первых же опытах начальную скорость пули в 650 м/сек при давлении

К началу 90-х годов прошлого столетия все государства стали переходить к калибру около 8 мм, при чем баллистические качества новых винтовок были значительно подняты, так как одновременно были увеличены начальная скорость и поперечная нагрузка пули (см. табл. 2).

В следующие полтора десятка лет государства занялись усовершенствованием патрона, и к 1909 г. таблица главнейших данных преобразовалась (см. табл. 3).

В конце 900-х годов наблюдается переход на остроконечную пулю, облегчение ее веса и увеличение начальной скорости. При переходе к малому калибру и бездымному пороху обнаружилось, что В. стали больше ржаветь благодаря окисляющим свойствам продуктов горения этого пороха. Особенную важность приобрела принадлежность для чистки и смазки В. Пришлось создать щелочную смазку. Обнаружилось новое явление—мельхиоризация поверхности канала ствола, вредно отражающаяся на меткости, что заставило изыскивать способы ее удаления. Затем возник вопрос об убойности малокалиберных винтовок. В результате пришли к следующим выводам: 1) непосредственное действие малокалиберных винтовок осталось почти то же—число убитых или выведенных из строя по отношению к общему числу раненых чувствительно не изменилось; 2) раны излечиваются скорее при малокалиберных винтовках; 3) ударное, останавливающее действие малокалиберных винтовок много меньше.

В связи с развитием спорта в последнее время особенное значение получили с п о р т и в н ы е В. Они изготавливаются под патрон бокового огня калибра 2,2''' и пред-

Табл. 1.—Главные данные винтовок, бывших на вооружении перед введением 3''' калибра.

Данные винтовок	Австро-Венгрия		Англия	Германия	Италия	Россия	Турция	Франция		Швейцария	Япония
Название образца	Верндль, обр. 1873—77 гг.	Манлихер, обр. 1886 г.	Генри-Мартини, обр. 1874 г.	Маузер, обр. 1871—84 гг.	Ветерли-Витали, обр. 1870—87 гг.	Бердана № 2, обр. 1870 г.	Пибоди-Мартини, обр. 1870 г.	Гра, обр. 1874 г.	Гра-Ветерли, обр. 1884—85 гг.	Ветерли, обр. 1869—81 гг.	Мурага, обр. 1888 г.
Калибр в мм . . . . .	11	11	11,4	11	10,4	10,65	11,4	11	11	10,4	10,15
Система заряжания . . . . .	Однозар.	Магаз. серед.	Однозар.	Перед. дел., магаз. подств.	Перед. дел., магаз. серед.	Однозар.	Однозар.	Однозар.	Перед. дел., магаз. подств.	Магаз. подств.	Однозар.
Число патронов в магазине . . . . .	—	5	—	8	4	—	—	—	8	11	—
Вес винтовки с полным магазином и со штыком в кг . . . . .	4,7	5,17	4,77	5,58	4,93	4,75	4,8	4,75	5,16	5,52	4,85
Вес заряда в г . . . . .	5	5	5,52	5	4	5,08	5,5	5,25	5,25	3,72	5,3
Вес пули в г . . . . .	24	24	31,2	25,1	20,4	24	31,2	25,1	25,1	20,2	26,1
Длина пули в калибрах . . . . .	2,45	2,45	2,72	2,52	2,45	2,53	2,72	2,50	2,52	2,45	3,00
Материал пули . . . . .	Свинец	95% свинца, 5% сурьмы	92% свинца, 8% олова	Свинец	Свинец	Свинец	Свинец	95% свинца, 5% сурьмы	95% свинца, 5% сурьмы	99,5% свинца, 0,5% сурьмы	90% свинца, 10% олова
Вес патрона в г . . . . .	42,6	42,6	50,6	43	32,9	39,3	50,6	43,9	43,9	30,4	—
Начальная скорость в м/сек . . . . .	438	490	415	443	440	437	415	448	448	440	455

пороховых газов в 2 500 atm. Это потребовало введения сильных упоров затвора и увеличения прочности ствольного материала.

назначаются для широкого развития стрелкового спорта. Благодаря незначительному давлению патрона возможно применение

Табл. 2. — Главные данные винтовок в первые годы введения 3" калибра (начало 90-х годов).

Данные винтовок	Россия, винт. 3-лин., обр. 1891 г.	Франция, Лебель	Германия, Маузер обр. 1888 г.	Австрия, Манликер, обр. 1883—90 гг.	Англия, Ли-Метфорд	Италия, Вертими-Витали, обр. 1870—87 гг.
Калибр в мм. . . . .	7,62	8	7,9	8	7,7	10,4
Вес без штыва в кг. . . . .	3,69	4,2	4,0	4,4	4,25	4,5
Вес штыва в кг. . . . .	0,308	0,4	0,4	0,35	0,48	0,53
Длина винтовки без штыва в м. . . . .	1,29	1,3	1,25	1,28	1,30	1,35
Число нарезов. . . . .	4	4	4	4	7	6
Глубина нарезов в мм	0,152	0,15	0,12	0,2	0,1	0,23
Ширина » » »	3,81	4,12	—	3,5	2,5	4,5
Длина хода нарезов в калибрах. . . . .	31,5	30	30	31	33	63
Число патр. в магаз.	5	8	5	5	8	4
Вес патрона в г. . . . .	25,7	29	27,5	29,7	28,3	33
Вес пули в г. . . . .	13,9	14	14,5	15,8	14	20
Длина пули в калибр.	4	3,9	4	4	4	3
Оболочка. . . . .	Мельх.	Мельх.	Стальная	Стальная	Мельх.	—
Вес заряда в г. . . . .	2,31	2,7	2,5	2,75	2,4	4,5
Число патрон., носим. стрелком. . . . .	140	120	150	120	150	96
Нач. скорость (v <sub>0</sub> ) . . . . .	620	620	620	575	625	465
Давление в канале в атм. . . . .	2 600	2 300	3 200	3 000	2 835	2 400

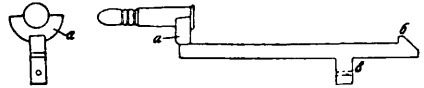
самых простых конструкций затвора. Главное в В. под патрон бокового огня—хорошая защита от прорыва газов, потому что у этих патронов часто прорывает шляпку. Надежнейшим является экстрактор, устроенный не в виде крючка, при котором часть гильзы, против экстрактора, при закрытом затворе не охватывается вплотную, а в виде движка, передняя часть которого составляет часть каморы. На фиг. 1 представлен такой выбрасыватель: а—экстрактирующая часть, б—зуб, за к-рый затвор извлекает экстрактор, в—стойка экстрактора, сквозь к-рую проходит шпилька, мешающая экстрактору выпасть. Действие механизма ясно из фиг. 2, где 1—экстрактор, 2—его стойка, 3—шпилька с пружиной, досылающей экстрактор вперед (но не до конца, что-

бы удобнее было вставить патрон, после чего экстрактор до-сылается до места затвором), 4—ствол, 5—коробка, 6—стельбель затвора, 7—ударник с боевой пружиной, 8—боек ударника, 9—курок, 10—спусковая пружина, 11—ее шептало, за к-рое взводится курок, 12—выступ спускового крючка, который при нажатии на крючок пальцем упирается в коробку и шпилькой опускает шептало спусковой пружины, 13—упор ствола, 14—его винт.

Следующим этапом развития В. был переход к автоматическим винтовкам. Системы этих В. подробно разобраны в ст. *Автоматическое оружие*.

Заводское производство В. является типичным и одним из старейших примеров массового производства. Вся работа разбита на операции, число которых, в зависимости от сложности системы, доходит для со-

временных моделей в среднем до 1 500. Лекала имеются трех родов: образцовые, поверочные и рабочие. Комплект лекал и инструментов для производства В. включает в среднем: инструмента—1 600 номеров, рабочих лекал—1 200, шаблонов к ним—1 800,



Фиг. 1.

поверочных лекал—500, шаблонов к ним—900, специальных резцов—200, лекал к ним—300, шаблонов—300. Чистое время работы В.—от 40 до 25 час., время прохождения по всем операциям—ок. 5 мес. Для изготовления двух экземпляров сложной системы

Табл. 3.—Характеристика и главные данные винтовок, находящихся на вооружении в различных государствах.

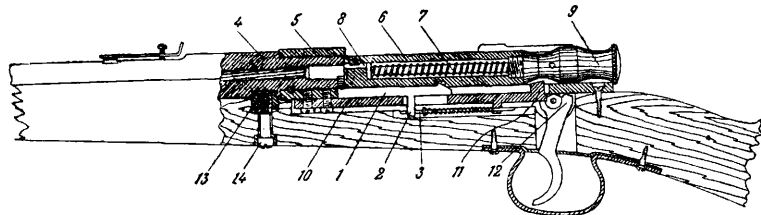
Данные винтовок	Германия	Франция	Англия	Англия	Италия	Япония	Австро-Венгрия	Норвегия	Россия	Турция	Армия С.-А.Ш.	Армия С.-А.Ш.	Флот С.-А.Ш.	Мексика
Год конструкции . . . . .	1898	1886/93	1895	1903	1891	1905	1895	1894	1891	1890	1892	1903	1895	1909
Система . . . . .	Маузер	Лебель	Ли-Энфилд	Маузер	Паравичино, Карно	Арисака	Манликер, Воен.-тех. к-т	Круг Юргенсон	Мосин-Наган	Маузер	Круг Юргенсон	Спринг Филд	Ли	Мондрагон (самозар.)
Калибр в мм. . . . .	7,9	8,0	7,7	7,7	6,5	6,5	8,0	6,5	7,62	7,65	7,62	7,62	6,0	7,0
Вес винтовки без штыва в кг. . . . .	4,100	4,180	3,760	3,710	3,800	3,900	4,49	4,000	3,993	3,900	3,970	—	3,856	4,120
Вес винтовки со штывом в кг. . . . .	4,560	4,580	—	4,210	4,080	4,400	4,865	4,240	4,299	4,525	4,407	4,290	4,281	—
Вес патрона в г. . . . .	23,84	28,00	—	27,00	—	22,70	—	—	—	24,5	27,5	23,15	20,8	25,0
Вес пули в г. . . . .	10,0	12,8	10,0	13,8	8,2	10,5	10,0	9,0	9,5	10,0	14,4	9,72	8,6	11,2
Форма пули: О—острокон., К—овальн. . . . .	О	О	О	К	О	К	О	О	О	О	К	О	К	К
Вес заряда в г. * . . . .	3,2	3,0	—	2,05	—	2,07	—	—	—	3,00	2,44	3,0	2,3	2,45
Число патр. в магаз.	5	8	10	10	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Род магазина. . . . .	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.
Нач. скорость v <sub>0</sub> в м/сек. . . . .	885	720	—	640	—	785	—	—	—	865	610	823	775	712
v <sub>н</sub> . . . . .	860	700	825	—	820	706	850	830	890	830	592	800	750	—

\* Пороха разные.

в штучном порядке, с применением универсальных станков, требуется приблизительно работа 5 человек в течение 6 месяцев.

Приемка производится на основании инструкции, при посредстве лекал и приборов, образцовых винтовок, чертежей и технич. условий на материалы.

**Материалы.** Винтовочная сталь подвергается специальной обработке—чистке: после приведения к определенному размеру каждый кусок стали тщательно осматривается, и все обнаруженные пороки выстраиваются. Отливка стали производится в



Фиг. 2.

закрытых изложницах, с уширением в верхней части, снабженных большими по объему прибылями из огнеупорной массы. Плавки исследуются на ликвацию. Перед сдачей стали в магазин каждая штанга ломается с обоих концов, и опытные браковщики производят отбраковку штанг с малейшими пороками. Металл для наиболее ответственных частей термически нормализуется. Устанавливаются стандарты структур (напр.: 1) перлит и мелкие включения феррита, 2) перлит и крупные включения феррита, 3) перлит и мелкая ферритная сетка, 4) перлит и крупная ферритная сетка, 5) перлит и сгустки феррита, 6) видманштеттова структура), и на ответственные части металл допускается не ниже известной структуры.

При 8-мм калибре части В. готовились из углеродистой стали. С переходом к остроконечной пуле, когда давление поднялось с 2 600 до 3 200 atm и выше, для стволов стали применять вольфрамовую сталь примерно такого состава: С—от 0,43 до 0,56%, Si—от 0,13 до 0,40%, Mn—от 0,35 до 0,42% и W—от 0,68 до 2,0%. Испытывались и другие марки [ванадиевая, никелевая, нержавеющая высокохромистая (13% Cr), малоуглеродистая, высококремнистая, хромованадиевая стали и т. п.]. Увеличение требований к стали видно из табл. 4, в к-рой указаны примерные механич. свойства, требуемые от углеродистой и специальных сталей.

Табл. 4.—Механические свойства, требуемые от углеродистой и специальных сталей.

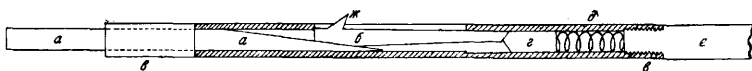
Механич. свойства	Углеродистая сталь, термич. обработанная	Специальные стали, термич. обработанные
Начало текучести . . .	более 55 кг/мм <sup>2</sup>	более 75 кг/мм <sup>2</sup>
Удлинение . . .	» 8%	» 15%
Снятие . . .	» 40%	» 55%
Удар . . . . .	около 6 кгм/см <sup>2</sup>	» 10 кгм/см <sup>2</sup>

Производство В. ведется на станках общего машиностроения, за исключением некоторых особенных операций, потребовавших создания специальных станков (напр. строжка пазов коробки, отделка винтовых скосов и т. п.).

Наибольшие особенности представляет производство стволов. Сперва они изготовлялись путем сварки железных досок, загнутых в трубку. После сварки трубки рассверливались, шустовались, правились и обтачивались снаружи на точилье. Затем перешли к сверлению откованной сплошной

болванки; с доведением калибра до современного размера (5,6 мм в малокалиберных В.), операция эта является одной из труднейших. Сверление ведется на двухшпиндельном станке ружейным сверлом, диаметра 5,2 мм. Число оборотов ствола — порядка 2 000 в минуту, чему соответ-

ствует скорость резания 34 м в минуту. Поддача сверла—8,3 мм/мин; толщина стружки—0,004 мм. Особой операцией является нарезка канала ствола. Она производится на автоматическом станке, при чем инструмент (шпалер) получает вращательное движение от соответствующих направляющих (винт с гайкой или копир). С каждым движением инструмент (шпалер или крючок) упирается в останов, отчего особый клинышек а

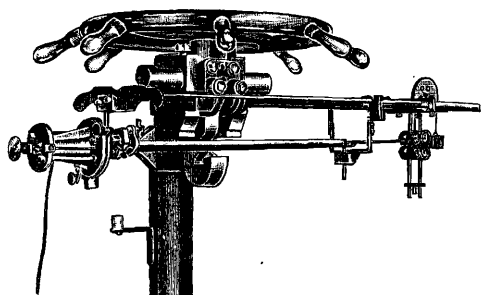


Фиг. 3.

(фиг. 3) выталкивает режущую часть инструмента б на нужную величину. Останов с каждым ходом станка подается вперед с помощью храповика. Детали устройства инструмента видны на чертеже, где в—трубка, в к-рой собираются части, г—кладыш, прижимающий крючок б к стенке трубки, д—пружинка для эластичного соединения, е—тягло, на которое навинчивается трубка, ж—режущий зуб. Шпалер устроен несколько сложнее: в нем вместо одного крючка б имеется несколько резцов, расположенных по винтовой линии, и вместо клинышка а резцы выдвигаются стержнем, у которого сделана наклонная плоскость под каждым резцом. Крючок режет, а шпалер скоблит. Инструмент дорогой и трудный в изготовлении. Шпалером снимается стружка толщиной приблизительно от 0,0008 мм до 0,001 мм. При этом металл настолько мелко раздроблен, что находится в пиррофорном состоянии, отчего шпалерная стружка, пропитанная маслом, иногда самовозгорается.

Своеобразной работой является правка стволов. Точная прямизна придается им ударами медного молотка. Направление и место погиба определяется рассматриванием теней в канале, направленном известным образом на свет. При правильной форме канала тени ограничены правильными линиями. Искажение теней указывает место,

направление и степень погиба. Вместо молотка иногда употребляется пресс с горизонтальным маховиком. Германский профессор Маркузе сконструировал прибор, определяющий место, направление и степень погиба механически, независимо от искусства правщика. На фиг. 4 изображено применение

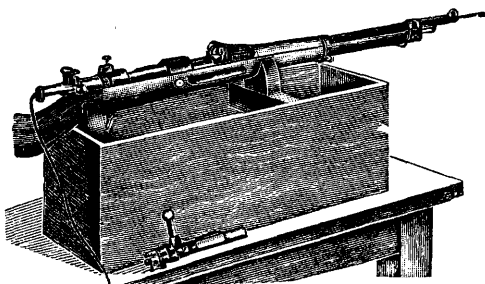


Фиг. 4.

этого прибора в производстве, на фиг. 5 — к готовой В. Прибор позволяет выражать величину искривления ствола численно.

В производстве ружейного ложа главное внимание обращают на сушку ложевых болванок и обработку их антигигроскопическими составами, т. к. коррозия ложа во время службы вредно отзывается на бое винтовки.

Наконец, важнейшей отраслью ружейного производства являются инструментальное и лекальное производства, так как от



Фиг. 5.

них зависит, кроме своевременного выпуска, также и верность размеров изделий. Здесь широко применяются все мерительные инструменты, от простейших пальмеров, штанген-циркулей, лекал (вырезных, калиберных, концевых, резьбовых) до всевозможных новейших точных мерительных инструментов типа чувствительных рычагов (Fühlhebel—Messuhr, Minimeter), мессдозе, мерительных и делительных машин, интерференционных компараторов и различных комбинаций с оптическими приборами.

Лит.: Юрлов Н. И., Описание 3-лин. винтовки, П., 1893; Петров В. А., Новые ружья иностр. пехоты, М., 1893; Нилус, Наименьший калибр, СПб, 1894; Федоров В. Г., Вооружение русской армии за 19 ст., СПб, 1911; Зыбин С. А., История Тульск. имп. Петра В. оруж. з-да, М., 1912; Куликов П. Е. и Веденеев В. М., Производство военных ружей в Америке (с англ.), М., 1925; Апарин Г. А., Установление массового производства лож, М., 1926; Каневский Я., «Техника и снабж. Красной армии», М., 1923, 62/93; Федоров В., Автоматическое оружие, СПб, 1907; Девуж М., Современное автоматическое оружие, пер. с франц. под ред. Б. И. Доливо-Добровольского и М. В. Эвальда, М., 1927. Я. Каневский.

**ВИНТОВОЕ ДВИЖЕНИЕ.** Если движение неизменяемой системы (например твердого тела) складывается из вращения ок. оси и поступательного движения вдоль этой оси, то такое движение тела называется В. д.; указанная ось называется винтовой осью, или осью вращения — скольжения. Если даны два произвольных положения движущегося в пространстве тела, то переход из положения I во II можно выполнить одним В. д. около определенно расположенной винтовой оси (теорема Шаля); при этом вращательное и поступательное движения могут выполняться или одновременно или последовательно в любом порядке. Рассматривая все данное перемещение тела в пространстве как состоящее из бесконечно малых элементарных перемещений и применяя к каждому из них теорему Шаля, получаем следующее положение: всякое движение тела в пространстве представляет собою ряд бесконечно малых винтовых перемещений около мгновенных винтовых осей, в каждый момент меняющих свое положение и направление в пространстве. Винтовые элементарные перемещения тела около каждой мгновенной оси являются движениями, эквивалентными бесконечно малым действительным перемещениям тела, и представляют их с точностью до бесконечно малых величин высших порядков. Законы винтового перемещения, эквивалентного какому-либо перемещению твердого тела, были установлены Моцци (Giulio Mozzi, 1768 г.). Сложение двух винтовых перемещений дает в результате также винтовое перемещение.

Лит.: см. Аксоды, Движение, Мгновенная ось, Эквивалентность движений. А. Яцнов.

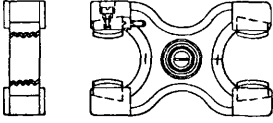
**ВИНТОВЫЕ ЗУБЧАТЫЕ КОЛЕСА,** см. Зубчатые колеса.

**ВИНТОВЫЕ КАЛИБРЫ** применяются для быстрой проверки резьбы. Для проверки нарезки на винте служит кольцо с точно выполненной внутренней резьбой, а для проверки гайки — стержень с паружной резьбой (фиг. 1). Однако всесторонней проверки эти калибры не дают: если, напр., нарезка на проверяемом винте вершиной своего профиля плотно соприкасается с нарезкой кольцевого калибра, то легко признать нарезку винта удовлетворительной, так как рука не ощутит его качания в калибре; в то же время соприкосновения на боковых поверхностях нарезки может и не быть благодаря неправильному среднему диаметру или углу профиля. На эти неправильности В. к. указаний не даст. В случаях притупленной резьбы избежать указанной ошибки легче, так как здесь нарезка не может держаться вершинами. Описанные В. к. широко применяются на практике. Изготовление их требует большой тщательности и опыта, главным обр. потому, что их ведет при закалке, некаленные же калибры быстро изнашиваются. Применяются также и предельные калибры, но они не имеют такого значения, как предельные калибры для проверки гладких валов и втулок, так как выполнить предельный калибр для резьбы с такой же точностью,



Фиг. 1.

как гладкий, нельзя, ибо резьба характеризуется многими размерами. В предельных калибрах для резьбы допуск устанавливается лишь по диаметру. В наибольший размер калибра винт должен входить легко, в наименьший — не должен входить совсем. На фиг. 2 изображен такой калибр, выполненный в виде скобы.



Фиг. 2.

Для проверки внутренней резьбы предельные калибры изготавливаются по типу фиг. 1, но нарезка делается на обоих концах так, что на одном она нарезается по наибольшему допуску, а на другом — по наименьшему; тогда больший по размеру конец в проверяемое отверстие не войдет, а наименьший ввернется легко.

Точность изготовления калибров можно вычислить из приводимой ниже таблицы согласно DIN, 244.

Таблица для определения допусков в калибрах.

Калибр	$\varnothing A$	$\varnothing F-l$	$\varnothing K$
Стержневой . . . . .	$0,033 \sqrt{h}$ (0,055)	$0,017 \sqrt{h}$ (0,028)	$0,025 \sqrt{h}$ (0,042)
Гайка . . . . .	$0,025 \sqrt{h}$ (0,042)	$0,017 \sqrt{h}$ (0,028)	$0,033 \sqrt{h}$ (0,055)

A — наружный диам., F-l — эффективный (средний) диам., K — внутренний диам., h — шаг винта; цифры в скобках относятся к крупным резьбам.

Лит.: Иогансон А., Выполнение резьбы на токарно-винторезном станке, перевод с шведского, Москва, 1925. А. Бурков.

### ВИНТОРЕЗНЫЙ КЛУПП, см. Клупп.

**ВИОЛАНТРЕН**, в и о л а н т р е н, кубовый антрахиноновый краситель, родоначальник дибензантронной группы, полученный впервые в 1904 году Белли (Bally) [1], строения:

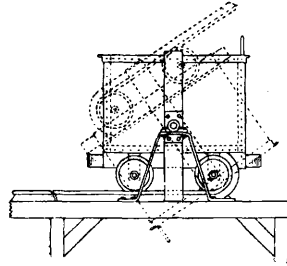
Такое строение было доказано работами Шоля [2], предложившего для него более рациональное наименование — в и о л а н т р о н. В. получается в технике [3] щелочным плавлением бензантрона (см.) и поступает в продажу под названием и н д а н т р е н т е м н о с и н и й ВО [4]. Характерным для В. является наличие перилоевого ядра (защитрихованного на чертеже). Из гидросульфитного куба виолантрен красит хлопок в очень прочный темносиний цвет.

Лит.: 1) «В», В., 1905, 32, р. 195; 2) «В», В., 1910, 43, р. 2208; 3) Г. П. 185221 и 290079; 4) Colour-Index, p. 1099, L., 1924; 5) F i e r z - D a v i d H., Künstliche organische Farbstoffe, В., 1926; 6) De V a r g y - V a r n e t t E., Anthracene and Anthraquinone, p. 327, 331, New York, 1921. И. Иоффе.

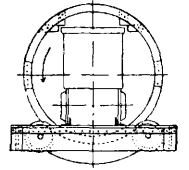
**ВИПЕР** (Wipper), приспособление для разгрузки рудничных вагонеток путем их опрокидывания. Простейший В. — л о б о в о й, опрокидывающий вагонетку через короткий бок, — состоит из вращающейся на шарнире рамы, снабженной рельсами для вкатывания вагонетки (фиг. 1). При вкатывании вагонетки рама теряет равновесие и опроки-

дывается вместе с вагонеткой, при чем содержимое высыпается; при опорожненной вагонетке рама снова принимает первоначальное положение, и вагонетка выкатывается из опрокидывателя. К р у г о в о й В. состоит из двух или нескольких круглых обречей из коробчатого или углового железа, соединенных между собой тягами (фиг. 2); внутри этой конструкции имеется рельсовый

путь, по которому вагонетки поступают в опрокиды-



Фиг. 1.



Фиг. 2.

ватель. В. приводится во вращательное движение или от руки при помощи системы рычагов или от мотора. Во время полного оборота вишпера (на 360°) вагонетка опрокидывается и опорожняется через длинный бок, после чего или вытаскивается из В. поступающей следующей нагруженной вагонеткой (если В. проходной) или выкатывается обратно на прежний путь (если В. концевой). См. Доставка рудничная. А. Попов.

**ВИРАЖ**, раствор, применяющийся в фотографии для вирирования (тонирования) позитивов, т. е. для придания им желательного оттенка и стойкости. На бумагах для видимого печатания (см. Бумаги фотографические) изображение слагается из мелко раздробленного металлического серебра рыжеватого оттенка, выцветающего со временем. Поэтому его либо переводят в более стойкие соединения серебра или свинца (например сернистые), либо замещают более стойким металлом — золотом или платиной. Этот последний процесс и достигается благодаря действию виража. На бумагах с проявлением изображение состоит из мелко раздробленного серебра черного или серого цвета, недостаточно красивого и стойкого, поэтому и здесь часто прибегают к виражу. Кроме того, при обработке снимка необходимо удалить оставшееся неизмененным галоидное серебро, которое быстро потемнело бы на свету. Это достигается фиксажной ванной (см. Фиксаж), состоящей преимущественно из серноватистокислого натрия (гипосульфита), растворяющего AgCl и AgBr. Фиксажная ванна либо следует за В., либо соединяется с ним в одну ванну.

Бумаги для видимого печатания. Отпечатки до вирирования д. б. предварительно тщательно промыты. Золотой В. Рецепты: I — воды дистиллированной, как и везде в дальнейшем, 1 000 см<sup>3</sup>, роданистого аммония 10 г; II — воды 100 см<sup>3</sup>, хлорного золота (коричневого) 1 г. Смешивают 100 см<sup>3</sup> раствора I с 5 см<sup>3</sup> II; тона получаются красно-фиолетовые до сине-фиолетовых в зависимости от продолжительности вирирования. Эта ванна не стойка,

поэкстому предпочтительнее: I—воды 1000 см<sup>3</sup>, уксуснокислого натрия (плавленого) 40 г; II—воды 250 см<sup>3</sup>, роданистого аммония 5 г; III—хлорное золото 1:100. Смешивают равные части I и II, и на 100 см<sup>3</sup> смеси прибавляют 5 см<sup>3</sup> III. Коричневые тона дает следующий В.: I—хлорное золото 1:100; II—воды 50 см<sup>3</sup>, тиокарбамида 1 г; к 25 см<sup>3</sup> I приливают (ок. 15 см<sup>3</sup>) II до растворения получающегося бурого осадка; смесь доливают водой до 1 л и прибавляют 0,5 г лимонной кислоты и 10 г поваренной соли. П л а т и н о в ы й в и р а ж (для матовых бумаг) дает коричневые тона различных оттенков, видимые после фиксирования. Рецепт: воды 1000 см<sup>3</sup>, K<sub>2</sub>PtCl<sub>4</sub> 1 г, молочной кислоты (плотность 1,21) 20 см<sup>3</sup>. С е р н и с т ы й В. переводит серебро изображения в Ag<sub>2</sub>S: воды 1000 см<sup>3</sup>, гипосульфита 50 г, раствора сернистого натрия Na<sub>2</sub>S (1:100) 10—15 см<sup>3</sup>.

Совместная в и р а ж - ф и к с а ж н а я ванна особенно часто применяется любителями для вирирования небольшого числа отпечатков. С в и н ц о в ы й в и р а ж - ф и к с а ж : I—воды 1000 см<sup>3</sup>, гипосульфита 200 г; II—воды 200 см<sup>3</sup>, азотнокислого свинца 40 г. З о л о т о й В. - ф и к с а ж : I—воды 900 см<sup>3</sup>, гипосульфита 200 г; II—воды 100 см<sup>3</sup>, азотнокислого свинца 10 г; III—воды 100 см<sup>3</sup>, хлорного золота 1 г. Смешивают 90 см<sup>3</sup> I, 10 см<sup>3</sup> II и 5 см<sup>3</sup> III; смесь не отличается стойкостью, отдельные растворы хорошо сохраняются.

С а м о о к р а ш и в а ю щ и е с я (самовирирующиеся или самотонирующиеся) б у м а г и содержат в светочувствительном слое вещества, входящие в состав виража. Они должны быть тщательно отмыты водой или раствором NaCl, а затем зафиксированы гипосульфитом и промыты.

Б у м а г и с п р о я в л е н и е м. Окрашивание м. б. произведено в самые различные тона. Укажем лишь несколько рецептов ванн, применяющихся после проявления, фиксирования, промывки и сушки отпечатков. Черно-коричневые тона: I (хранить в темноте)—воды 1000 см<sup>3</sup>, красной кровяной соли 35 г, бромистого калия 10 г; II (составлять перед употреблением)—воды 100 см<sup>3</sup>, сернистого натрия 3 г. Отпечаток слегка отбеливается в I, затем кладется во II и промывается. Красно-коричневые тона: воды 1000 см<sup>3</sup>, азотнокислого урана 15 г, щавелевой кислоты 12 г, бертолетовой соли 2,5 г, красной кровяной соли 6 г. Синие тона: I—воды 1000 см<sup>3</sup>, красной кровяной соли 10 г, аммиака 10 см<sup>3</sup>; II—воды 200 см<sup>3</sup>, хлорного железа 1 г, соляной к-ты 4 см<sup>3</sup>. Отпечатки совершенно отбеливаются в I, промываются и переводятся во II.

Нужно также упомянуть о вирировании растворами анилиновых красок. Для этой цели серебро позитивного изображения переводится (в специальной ванне) в галоидное, хромовое или железосинеродистое соединение, которое прокрашивается затем в ванне, представляющей раствор анилиновой краски. При этом «отбеленное» в первой ванне изображение является протравой для второй ванны.

В. для д и а п о з и т и в о в в общем те же, что и для бумажных позитивов. Здесь

приходится особенно заботиться о чистоте фона и прозрачности, для чего иногда применяется особая осветляющая ванна: 930 см<sup>3</sup> воды, 31 г медного купороса, 78 г гипосульфита, 31 г 30%-ной уксусной к-ты.

Вирирование позитивных кинолент производится по тем же принципам, что и вирирование бумажных отпечатков и диапозитивов. Особенно часто применяется вирирование в тона: сепия, синие (солями железа) и окрашивание анилиновыми красками.

Лит.: Э н г л и ш Е., Основы фотографии, М.—Л., 1927; Л а у б е р т Ю. К., Фот. рецепты и таблицы, 5 изд., М.—Л., 1927; Ф о г е л ь Э., Карман. справочник по фотографии, М.—Л., 1927; S e d l a c z e k E., Die Tonungsverfahren v. Entwicklungspapieren, 2 Aufl., 1923; E d e r J. M., Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik, 10-14 Auflage, Halle a/S., 1921. А. Рабинович.

**ВИРИАЛ.** 1) В механике относится к вопросу об устойчивости равновесия твердого тела, на к-рое действуют силы, постоянные по величине и направлению и сохраняющие свои точки приложения в теле при всяком положении последнего. Если  $X, Y, Z$ —проекции какой-либо из сил  $F$  на прямоугольные координатные оси, а  $x, y, z$ —проекции радиуса-вектора  $r$ , проведенного из начала координат к точке приложения силы, то вириалом данной системы сил называется

$$V = - \sum (Xx + Yy + Zz) = - \sum Fr;$$

это, при постоянстве сил,—функция координат точек их приложения. Бесконечно малому изменению положения тела соответствует изменение вириала

$$dV = - \sum (Xd x + Yd y + Zd z) = - \sum Fdr,$$

определяющее собой *работу* (см.) сил, соответствующих этому перемещению, с обратным знаком. Этим устанавливается связь вопроса о В. с общим признаком устойчивости равновесия какой-либо системы материальных точек при действии каких-либо сил (см. *Потенциал и Равновесие*).

2) В теории тепла. Для достаточно большого промежутка времени (в периодич. движениях уже для одного периода или же для более значительного числа полных периодов) средняя живая сила системы выразится уравнением:

$$\sum \left( \frac{mv^2}{2} \right) = - \frac{1}{2} \sum (Xx + Yy + Zz) = - \frac{1}{2} \sum Fr,$$

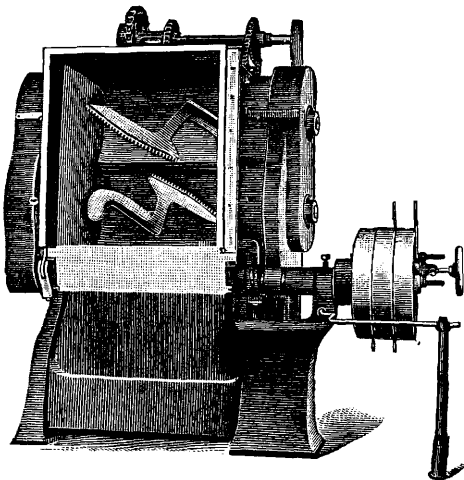
в к-ром скорость  $v$  и произведение  $Fr$  представляют тоже средние значения этих величин для взятого промежутка времени. Правая часть уравнения существенно зависит от действующих на систему сил, и при постоянных  $x, y, z$  средняя величина произведения  $Fr$  должна быть пропорциональна силе  $F$ , вследствие чего Клаузиусом и введен термин *вириал*. Части В. для внешних и внутренних сил различают наименованиями внешнего и внутреннего В. Последнее ур-ие м. б. прочитано так: средняя живая сила системы равна ее В. В тепловом движении средняя живая сила теплового движения частиц тела пропорциональна его абсолютной темп-ре. Теорию В. пытались применить к выяснению тепловых явлений.



последней отдается предпочтение как содержащей меньше смолистых примесей. Целлюлоза, вполне пригодная для производства В., должна содержать не менее 79—80%  $\alpha$ -целлюлозы и не более 2,0—2,2% гемицеллюлозы, от 0,2 до 0,5% золы, от 8,5 до 12% влаги и от 6 до 8% органич. веществ. Существенное значение имеет содержание золы, которое не должно превышать 0,6%. Если древесная целлюлоза недостаточно отбелена, то ее необходимо отбелить, прежде чем пустить в производство. Для этой цели ее обрабатывают в деревянных барках 1%-ным раствором соляной кислоты при 80°. Затем целлюлозу обрабатывают щелочью (1—2%) в течение 3—4 ч., после чего промывают и сушат. Из 1 м<sup>3</sup> елового дерева можно получить 128 кг целлюлозы; это количество целлюлозы даст 1 280 кг В. при средней вязкости 2 и при уд. в. 1,15.

Процесс производства вискозы распадается на следующие фазы: I. Приготовление щелочной целлюлозы. II. Приготовление ксантогената целлюлозы. III. Растворение ксантогената целлюлозы. IV. Созревание и фильтрация вискозы.

I. Процесс приготовления щелочной целлюлозы фабричным путем протекает след. обр. Древесную целлюлозу в листах погружают в горизонтальный пресс, который одновременно служит резервуаром для пропитки целлюлозы едким натром (процесс мерсеризации) и прессом для отжима избытка щелочи. Для пропитки целлюлозы употребляется раствор, содержащий 18% едкого натра (уд. вес 1,2—1,25), что соответствует 24° Вё. В резервуаре горизонтального пресса, который вмещает 100 кг целлюлозы, последняя мерсеризуется в течение 1—1½ ч., после чего избыток щелочи спускается, а пропитанная щелочью целлюлоза отжимается тем же прессом таким образом,



чтобы вес пропитанной щелочью целлюлозы после отжатия был примерно втрое больше веса первоначально взятой сухой целлюлозы. После отжатия целлюлоза поступает в измельчитель (см. фиг.), где происходит измельчение целлюлозы, что продолжается 3½—4 часа. Корпус измельчителя чугунный, с двойными стенками для охлаждения, со

стальными зигзагообразными, снабженными зубьями, месилками, вращающимися в непроницаемых бункерах, которые имеют разные скорости. Измельчитель устроен так, что он может быть поставлен во время работы под любым углом. Вместимость корпуса измельчителя обычно составляет 600—800 л. Измельченную т. о. целлюлозу выгружают в небольшие жестяные круглые ящики вместимостью до 30—35 л каждый. Эти ящики помещают в камеру («томилка»), где щелочная целлюлоза остается в течение 60—80 ч. при 20—25°. Щелочная целлюлоза содержит приблизительно 15—16% NaOH, 25,5—26% целлюлозы и 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, а остальное—вода.

II. Приготовление ксантогената целлюлозы. По истечении вышеуказанного времени щелочную целлюлозу из ящиков выгружают в специальные аппараты, т. н. бараты, где она обрабатывается сероуглеродом, превращающим щелочную целлюлозу в ксантогенат целлюлозы. Барат представляет собою круглый или шестигранный железный барабан с охлаждающими цилиндрич. стенками, вращающимися на своих осях. В оси барабана вводят две трубы: одна из них, через к-рую выпускают сероуглерод, имеет мелко просверленные отверстия и покрыта сеткой, а другая служит для отвода газов. Аппарат снабжен герметич. затвором с вделанным в середине толстым стеклом для наблюдения за ходом процесса. Во время выпуска сероуглерода барат непрерывно вращается, при чем щелочная целлюлоза постепенно изменяет свою окраску, переходящую из светложелтой в желтую и, наконец, в светлооранжевую. Весь процесс продолжается 3½—4 ч. Количество прибавляемого сероуглерода составляет половину взятой сухой целлюлозы.

III. Растворение ксантогената. Из барата, находящегося на втором этаже, ксантогенат высыпает по трубе в мешалку, где происходит растворение ксантогената целлюлозы. Мешалка, емкостью в 1 500—3 000 л, представляет собою крытый железный вертикальный или горизонтальный резервуар с двойными стенками для охлаждения. На вертикальной оси приделаны проходящие между острыми трехгранными шипами крылья, укреплен. винтами к вертикальным стенкам мешалки. Корпус мешалки имеет герметически закрытую крышку с введенными двумя трубами для впуска требуемых для растворения материалов. Для выпуска служит находящийся внизу вентиль. Раньше всего выпускают в мешалку ок. 150 ч. щелочи (уд. в. 1,25) и 600 ч. дистиллированной воды на 100 ч. первоначально взятой целлюлозы; затем всыпают ксантогенат и перемешивают в течение 3½—4 часов, пока весь ксантогенат не растворится в щелочи и в воде.

IV. Созревание и фильтрация В. Приготовленная, как указано выше, В. передается по 2,5'' трубе в вязкозный погреб, где В. созревает в железных закрытых баках, вместимостью в 3 000—5 000 л, при 15° в течение 24—100 ч. в зависимости от ее дальнейшего техническ. применения. В баках В. держат все время при уменьшенном давлении, чтобы удалить пузырьки



воздуха, находящиеся в ней. Затем В. фильтруют через три фильтр-пресса. Материалом для фильтрации служат в порядке прохождения: суровая бумага, тонкий слой ваты и плотное суровое хлопчатобумажное полотно. После пропуска 6—8 партий В. фильтровочный материал меняют. Такая В. имеет уд. в. 1,15 и содержит до 7% целлюлозы и до 7% щелочи.

Указанный способ приготовления В. применяется на большинстве фабрик, но существуют еще и другие способы приготовления В., вкратце описываемые ниже. По англ. патенту Вильсона (Ковентри), при приготовлении щелочной целлюлозы и для ускорения процесса созревания, в щелочный раствор прибавляют какой-нибудь окислитель, как, напр., перекись натрия, при чем берут 2 ч. перекиси натрия и растворяют в 200 ч. 17,5%-ного раствора едкого натра. В таком растворе мерсеризуют целлюлозу при 18°, затем поступают, как указано выше. Приготовленную таким путем целлюлозу можно немедленно обрабатывать сероуглеродом, минуя процесс созревания, чем сокращается время, требуемое для созревания щелочной целлюлозы. По патенту Акционерного об-ва в Бевансоне, к В. прибавляют какую-нибудь нейтральную соль, как серноокислый или хлористый аммоний, и перемешивают при уменьшенном давлении до полного удаления аммиака. Такую В. нет надобности подвергать созреванию, чем значительно сокращается время и, следовательно, рабочая сила.

**Обесцвечивание В.** Для некоторых технич. целей, как, напр., для приготовления прозрачных фильм, В. для аппретирования, пластических масс и т. д., необходимо В. обесцветить. Укажем несколько таких способов. По способу Кросса, осаждают из свежеприготовленной В. ксантогенат целлюлозы соляной к-той или хлористым аммонием; осадок промывают, разбавляют слабой соляной к-той и растворяют в соответствующем количестве воды и щелочи при комнатной  $t^\circ$ . По патенту Кросса, поступают след. обр. К 100 г ксантогената целлюлозы прибавляют 1 л кислого серноокислого натра (25° Вé) и в течение 4—5 ч. оставляют эту смесь в спокойном состоянии, после чего ксантогенат отжимают и промывают несколько раз с 1%-ным раствором кислого серноокислого натра—до тех пор, пока ксантогенат не станет совсем бесцветным. По патенту соединенных фабрик искусственного шелка во Франкфурте, обесцвечивают В. тем, что нагревают свежеприготовленную В. выше 40° в течение нескольких часов. Если взять каплю такой горячей В. на стеклышко и облить ее хлористым аммонием, то получится совершенно прозрачная фильма, что служит признаком полного обесцвечивания В. По патенту Лине (Lynée), ксантогенат целлюлозы смешивают с этиловым спиртом; к спирту прибавляют немного воды и высушивают. Получается бесцветный порошкообразный ксантогенат. По франц. патенту Пелерена, для того чтобы придать фильме, полученной из В., мягкость и эластичность, прибавляют к целлюлозе глицерин или глюкозу. Поступают след. образом: смешивают 163 г сухой целлюлозы с 98 г чистого гли-

церина; к этой смеси прибавляют 120 г едкого натра, растворенного в таком количестве воды, чтобы раствор содержал 40° Вé едкого натра; все тщательно перемешивают и прибавляют затем 156 г сероуглерода; смесь перемешивают в закрытых цилиндрич. резервуарах, после чего ей дают нек-рое время отстояться, а затем ксантогенат растворяют в таком количестве воды или слабой щелочи, чтобы содержание целлюлозы в вискозе составляло 6—7%.

**Применение В.** В. имеет применение преимущественно для производства пряжи искусственного шелка. Из всех существующих ф-к искусственного шелка в Европе и Америке 80% вырабатывают его из В. Вискоза имеет также применение для аппретирования тканей, для изготовления тонких прозрачных фильм, имеющих то преимущество перед целлюлодными, что изготовленные из В. ленты не воспламеняются; также для изготовления искусственной кожи и для проклейки бумаги. Смешивая В. с окисью цинка или окисью железа, получают пластич. массы, из которых вырабатывают разные предметы галантереи (пуговицы, грешки, зубные щетки и т. п.). Крепкий раствор В. может быть применен как хороший клей. Прозрачная бумага целлофан представляет собою тонкие листы целлюлозы, приготовленные из В. Толщина их не превышает 0,3—0,4 мм. Они могут быть окрашиваемы в любой цвет и поддаются гофрировке. Целлофан имеет большое применение для упаковки туалетных мыл, кондитерских товаров и т. д. См. *Искусственный шелк*.

*Лит.: А н у ч и н С. А. и Ж и р м у н с к и й С. С., Искусственное волокно, Иваново-Вознесенск, 1927; Шапошников В. Г., Общая технология волокнистых и красящих веществ, гл. VIII—Искусственные волокна, стр. 166—204, 2 изд., М.—Киев, 1926; B r o u n e r t F., Emploi de la cellulose pour la fabrication des fils brillants, imitant la soie, Mühlhausen, 1909; C h a p l e t A., Les soies artificielles, P., 1926; E g g e r t J., Die Herstellung u. Verarbeitung d. Viskose unter besonderer Berücksichtigung d. Kunstseidenfabrikation, B., 1926; H o t t e n r o t h V., Die Kunstseide, Lpz., 1926; Ullmann's Enzyklop. d. tech. Chemie, B. 7, p. 332—336, B.—Wien, 1919. С. Жирумский.*

**ВИСКОЗИМЕТР**, см. *Вязкость*.

**ВИСКОЗИМЕТРИЯ**, отдел измерительной физики, имеющий предметом измерение вязкости текучих тел. Для измерения вязкости или величин, связанных с нею определенными соотношениями, служат приборы, называемые вискозиметрами. См. *Вязкость*, а также *Справочник физич., химич. и технологич. величин, т. I*.

**ВИСКОЗИНЫ**, прозрачные смазочные масла желтого цвета, из числа тяжелых цилиндрических, применяемые для смазки цилиндров паровых машин, работающих как насыщенный, так и перегретым паром; в тот же разряд цилиндрических масел входят и близкие к В. в а п о р ы. Исходным сырьем при выделке В. служит нефтяной мазут (уд. в. 0,910—0,916). Однако мазут из апшеронских нефтей не дает В. непосредственно при первой перегонке. Для получения В. требуется либо концентрация дистиллатов цилиндрического масла либо очистка мазута или полугудрона. Если процесс ведется на масле высокой вспышки, до 330° (масел с более высокой вспышкой из русских нефтей не выделяют), то применяется именно

второй способ, либо в кислотно-щелочном варианте либо в чисто кислотном. Первый из них состоит в сернокислотной очистке мазута, нейтрализации полупродукта едким натром, промывке и концентрации. Выход продукта тем меньше, чем выше его вспышка; так, при вспышке при  $t^{\circ}$  ок.  $250^{\circ}$  выход составляет 45%, а при вспышке ок.  $330^{\circ}$ —10%. Масла, получаемые по этому варианту кислотного способа, содержат до 0,1% золы от неотмытых мыл. Второй вариант, чисто кислотный, разработан Л. Гурвичем. В этом процессе нефтяной полугудрон со вспышкой в  $250^{\circ}$  очищается только серной к-той, затем отстаивается от кислотного гудрона и продувается в течение 10—12 часов перегретым

перегретым паром, возрастала в 1909—1915 гг.—от 42,6 коп. до 45,0 коп. за кг. Ежегодный общий выпуск всех смазочных масел русскими нефтеперегонными з-дами за время с 1900 по 1914 г. колебался в пределах от 101,6 до 441,7 тыс. т, при чем можно подметить тенденцию к возрастанию; минимум падает на 1906 год, а максимум—на 1913 год. За указываемое время выпущено смазочных масел всего 4 275,5 тыс. т. Вывоз за границу смазочных масел из бакинско-го района с 1883 по 1915 г. колебался в пределах от 23,9 тыс. т до 270,1 тыс. т. Данные 1927 г. о цилиндрических маслах для паровых машин, выпускаемых Нефтеиндикатом, сопоставлены в следующей таблице.

Масла Нефтеиндиката для цилиндров паровых машин.

Название масла	Уд. в. при $15^{\circ}$	$t^{\circ}$ вспышки по Бренкену не ниже	Вязкость по Энглеру при $100^{\circ}$ ( $E_{100}$ )	Сумма асфальта (по Гольде) и золы не более	Условия применения масла
<b>Для машин, работающих насыщенным паром</b>					
Цилиндровое «2» . . . . .	0,890—0,920	$220^{\circ}$	1,8—2,2	0,05%	Давл. пара до 5 atm
Вискозин «3» . . . . .	0,910—0,925	$240^{\circ}$	3,0—4,0	0,3 %	» » » 12 »
Вискозин «5» . . . . .	0,915—0,930	$255^{\circ}$	5,0—6,0	0,4 %	» » » 15 »
Варор «Л» . . . . .	0,895—0,910	$265^{\circ}$	3,5—4,5	0,3 %	» » » 15 »
Нигрол «Л» . . . . .	0,915—0,945	$240^{\circ}$	5,0—7,0	—	» » » 8 »
<b>Для машин, работающих перегретым паром</b>					
Варор «Л» . . . . .	0,895—0,910	$265^{\circ}$	3,5—4,5	0,3%	$t^{\circ}$ пара не ниже $265^{\circ}$
Варор «М» . . . . .	0,900—0,915	$300^{\circ}$	4,5—5,7	0,4%	» до $310^{\circ}$
Варор «Т» . . . . .	0,905—0,920	$320^{\circ}$	5,5—6,7	0,5%	» выше $310^{\circ}$
Варор «Т» экстр. . . . .	0,905—0,920	$330^{\circ}$	6,0—7,0	0,5%	» очень высокая
Вискозин «7» . . . . .	0,920—0,930	$330^{\circ}$	7,0—8,0	0,5%	» когда требуется
Вискозин «10» . . . . .	0,925—0,940	$325^{\circ}$	Не ниже 9,5	0,6%	» до $300^{\circ}$ } » до $310^{\circ}$ } когда требуется бо- ле густое масло

паром при  $230^{\circ}$ . Полученный В. «3» для дальнейшего повышения вспышки концентрируется под вакуумом. Такие масла натровой золы не содержат вовсе, а железной содержат только следы.

Несмотря на удовлетворительные вспышки, цилиндрические масла из балаханской нефти невыгодно отличаются от американских большим содержанием смолистых веществ, вследствие чего они весьма вязки при обыкновенных  $t^{\circ}$ , тогда как при высоких—весьма подвижны. К тому же, по исследованию И. Гутта и Л. Гухмана (1925 г.), при  $t^{\circ}$  ок.  $300^{\circ}$  уд. вязкость даже для крайних В. отличается весьма немного. Напротив, американские цилиндрические масла подвижны при обыкновенных  $t^{\circ}$ , но сравнительно вязки при высоких. Этот недостаток масел из балаханских нефтей м. б. устранен выделкой В. непосредственно из сырой нефти путем кислотной очистки ее и аммиачной нейтрализации; однако такой процесс дорог. Вароры «М» и «Т» из эмбенской нефти в отношении вязкости близки к американским; получаются они кислотной обработкой гудрона и солярового масла, отстоем и отгонкой следов к-ты и примеси солярового масла.

Стоимость в Москве цилиндрических масел для машин, работающих насыщенным паром, в 1902—1915 гг. все время росла—от 17,7 коп. до 31,7 коп. за кг; стоимость цилиндрических масел для машин, работающих

Америк. смазочные масла типа цилиндрических, применяемые для машин с перегретым паром и получаемые концентрацией очищенного мазута, близки по свойствам к апшеронским В. и носят название вальволинов. Как и у вискозинов, их преимущество, сравнительно с обыкновенными маслами равной с ними концентрации,—значительно более низкая  $t^{\circ}$  замерзания. Для примера в таблице приводятся характерные данные для трех вальволинов:

Цилиндровые масла	Уд. в.	Вспышка по Бренкену	Вязкость по Энглеру	
			при $50^{\circ}$	при $100^{\circ}$
Американск. Valvoline AA	0,888	$245^{\circ}$	—	3,13
Ам. Dark spec.	0,900	$305^{\circ}$	35	5,0
» »	0,905	$350^{\circ}$	—	6,9

Лит.: Нефтеиндикат, Таблица технич. норм нефтепродуктов, М., 1927; Совет нефт. промышл., Справочник по нефтяному делу, М., 1925; Гурвич Л. Г., Научные основы переработки нефти, 2 изд., М.—Л., 1925; Бауман А. Г., Смазочные масла СССР и техника их применения, ч. I, М., 1925; Крылов И. А., Минер. и растит. масла для поливки инструментов, смазки машин, двигателей и разн. механизмов, П., 1919; Власенко Б. Е., К вопросу об очистке вискозинов, «Азербайджанское нефт. хоз.», Баку, 1925, 4, стр. 86—96; Гутт И. и Гухман Л., Вязкости при высоких температурах, там же, I, стр. 87; Гутт И., Опыт очистки вискозинов адсорбцией, там же, I, стр. 87; Добрянский А. Ф., Анализ нефтяных продуктов, М.—Л., 1925; Hold'e D., Kohlenwasserstofföle und Fette,

6 Aufl., Berlin, 1924; Lunge G. und Berl E., Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 7 Aufl., B. 3, Berlin, 1923; A s c h e r R., Die Schmiermittel, B., 1922; E n g l e r K. u. H ö f e r H., Das Erdöl, Prz., 1915—19.

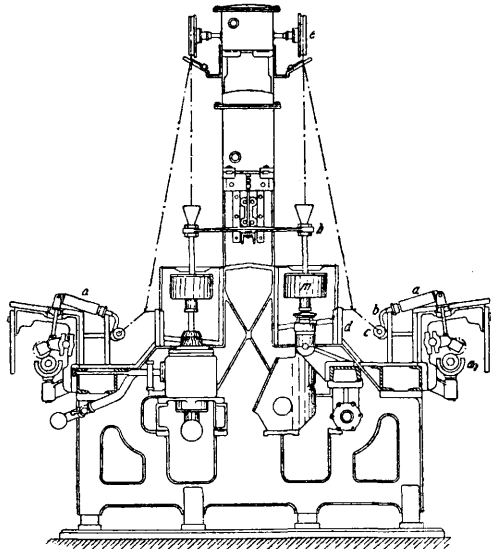
П. Флоренский.

**ВИСКОЗНЫЙ ШЕЛК.** Мысль об изготовлении шелкоподобных нитей зародилась уже давно, но окончательно решить эту задачу удалось только в 1884 г. Шардоне (Франция), который добывал искусственную шелковую нить из раствора нитроцеллюлозы в эфир-алкогольной смеси. К 1904 году для массового изготовления искусственного шелка сохранилось только два процесса: упомянутый выше способ Шардоне и изготовление искусственных нитей из целлюлозы в аммиачном растворе окиси меди—Деспейси (1890 г.). Следующим шагом в этом направлении был процесс изготовления шелковых нитей из вискозы, к-рый был изобретен в 1893 г. известными химиками Кроссом и Беваном. Это изобретение сыграло выдающуюся роль в смысле обеспечения успеха искусственному шелку. Впервые В. ш. был продемонстрирован на Парижской выставке в 1900 г., и уже в 1903—1904 гг. открылись первые ф-ки во Франции и Англии.

Процесс изготовления В. ш. распадается на следующие стадии: 1) приготовление прядильного раствора, т. е. вискозы, 2) прядение раствора, 3) восстановление нити, 4) размотка спряденной нити и 5) отделка пряжи, т. е. промывка, отбелка, сушка и пр.

1) Приготовление прядильного раствора — см. Вискоза; здесь следует только отметить, что созревание вискозы для получения вполне годного прядильного раствора должно происходить в течение 80—100 ч. при  $t^\circ$  не выше 15—16°.

2) Прядение. Фильтрованная вискоза после созревания подается под давлением в



3—3½ atm к насосам  $a_1$  прядильных машин, откуда через небольшие фильтры  $a$  проходит через стеклянные изогнутые трубочки (червяки)  $b$ ; на концы трубочек герметически насажены колпачки  $c$  (фильтры) с соответствующим числом отверстий, имеющих в диаметре, в зависимости от то-

нины нити, 0,05—0,08 мм. Из фильер вискоза поступает тонкой струей в восстановительную ванну  $d$ , где и формируется в нить. Нить, выходя из ванны, настолько прочна, что выдерживает трение направляющего стеклянного крючка, направляющей стеклянной трубки и быстро вращающегося подавательного стеклянного ролика  $e$ , а также тягу и крутку вращающейся вокруг своей оси алюминиевой кружки-центрифуги  $m$ , делающей 5 200—5 500 об/м. В этой кружке нить, пройдя предварительно через стеклянную воронку  $h$ , отбрасывается центробежной силой к стенкам, где крестообразно наматывается и ссучивается. Такая прядильная машина, носящая название центрифугальной, может иметь различную конструкцию. В настоящее время большинство ф-к, вырабатывающих В. ш., работает на машинах центрифугальной системы, где каждое веретено снабжено отдельным мотором. Машина—двусторонняя, имеет по 30—35—40 веретен с каждой стороны. Суточная производительность такой машины составляет 60—70—80 кг, т. е. каждое веретено вырабатывает 1 кг пряжи в сутки. Для выработки более тонких сортов шелковой пряжи пользуются прядильными машинами т. н. б о б и н н о й системы; в этих случаях нить, выходя из фильер, наматывается крестообразно на небольшие бобины в виде параллельных несученных волокон; крутка волокон происходит на отдельных ватерных машинах. Здесь полученные нити достигается двумя отдельными приемами, тогда как на первой машине процессы намотки и крутки нити происходят одновременно. Фильеры, через к-рые проходит нить, делаются из платины или из сплава золота (90%) и платины (10%). Число отверстий в фильере зависит от тонины нити и бывает от 16 до 65.

3) Восстановление нити. Для восстановления нити в настоящее время используются исключительно кислотными ваннами, имеющими то преимущество, что они недороги и нить осаждается из прядильного раствора кислотой уже в виде гидрата целлюлозы. Наиболее употребительная в настоящее время восстановительная ванна (патент Миллера 1906 г.) имеет следующий состав: серной кислоты 9%, глюкозы 9,5% и сернокислого цинка 1,5%;  $t^\circ$  40°. Конечно, состав ванны может меняться в зависимости от местных условий. Так, напр., во Франции фабрика Arc la Bataille применяет коагулирующую ванну, состоящую из серной кислоты, глюкозы и сернокислого аммония. Заслуживает внимания восстановительная ванна Кютнера (французск. патент). Патент предусматривает две ванны: в одной—нить восстанавливается из вискозы сернокислым аммонием; восстановленная нить наматывается на катушки, к-рые вращаются в другой ванне, состоящей из кислого сернокислого натра и какого-нибудь органич. вещества. Восстановительная ванна, приготовленная тем или иным путем, нагревается до 50° в деревянной, выложенной свинцом барке, из которой по трубам распределяется во все отдельные ванны прядильных машин. Отсюда жидкость переходит в нижнюю

барку и затем подается насосом опять в верхний резервуар, где получает каждый раз добавление составных частей. Таким образом восстановительная ванна непрерывно циркулирует из верхней барки в ванны прядильных машин, оттуда в нижний резервуар, затем опять в верхний, и т. д. Вентиляция в прядильной играет существенную роль, т. к. при прядении выделяются такие вредные для здоровья газы, как сероводород, сероуглерод, сернистый газ, меркаптанное соединения и др. Вентиляторы, устроенные в вентиляционных крышках прядильных машин, вытягивают воздух и газы через специально устроенные трубы, соединяющиеся в одну общую трубу-башню, через которую эти газы выходят наружу; по этой трубе непрерывно пропусаются хлористый цинк и щелочные растворы, которые поглощают газы. Башня деревянная и строится выше соседних зданий.

4) Размотка спряденной нити. Мотки нити в алюминиевых кружках имеют, в зависимости от тонины нити, вес от 400 до 600 г. Мотки содержат около 20% целлюлозы, 3,5% серной к-ты, ок. 3% глюкозы и 12,8% серноислого натра, остальное— вода и разные примеси. Мотки, вынутые из кружка, сначала подвергаются в течение 4—5 часов действию пара в специально для этого устроенной парилке, которая имеет целью не давать солям выкристаллизовываться на мотках; пропаривание способствует также более легкой размотке нити. Обычно мотальная машина состоит из 80 мотовил, по 40 с каждой стороны; каждое мотовило имеет отдельный счетчик и автоматически останавливается при разрыве нити. В зависимости от тонины длина нити в мотке колеблется от 1 000 до 2 000 м.

5) Отделка пряжи (промывка, сушка и отбелка). Из мотальной мотки поступают в моечную, где они подвергаются мойке на автоматич. машинах. Обычно на 1 кг шелковой пряжи расходуется от 400 до 500 л воды. После промывки мотки навешиваются на алюминиевых палках на специально устроенных тележках, по 600 мотов на каждую. На этих тележках мотки натягиваются, и тележки вкатываются в сушильные камеры, где поддерживается  $t^{\circ}$  до 50—60°. В этих сушильных мотки сушатся под натяжением в продолжение 4 часов.

После сушки мотки шелка поступают в отбельную. Здесь они подвергаются отбелке на автоматич. машинах; машины эти имеют с каждой стороны по 20 фарфоровых роликов, на к-рые навешиваются мотки шелка. Ролики приводятся в движение при помощи находящихся наверху цепей и блоков, и мотки шелка погружаются в белильные ванны в следующем порядке: сначала они погружаются в барку с сернистым натром, нагретым до 45°, где растворяется находящаяся на них сера; затем последовательно в барки: с обыкновенной водой, с жавелевой водой, с соляной кислотой, вторично в барку с водой и, наконец, в барку, содержащую марсельское мыло.

После отбелки мотки шелка отжимаются в центрифугах, а затем вторично сушатся при 35°. Из сушильни шелковая пряжа по-

ступает в сортировку, где она распределяется по сортам. Тонина нити искусственного шелка различается по длине, предвляющему собою вес длины нити в 450 м, равный 0,05 г (международное исчисление). Если, напр., говорят, что нить искусственной пряжи составляет 150 денье, это значит, что длина нити в 9 000 м весит 150 г. Из В. ш. обыкновенно вырабатывают пряжу в 100, 150, 200 и 300 денье.

На 100 кг вискозного шелка расходуется обыкновенно: 160 кг целлюлозы, 250 кг серной кислоты, 230 кг каустической соды, 50 кг сероуглерода, 4 кг цинкового купороса и 80 кг глюкозы. Для отбелки В. ш. требуется: 10 кг хлорной извести, 10 кг кальцинированной соды, 8 кг сернистого натра и 10 кг соляной кислоты.

Уд. вес В. ш. составляет, в среднем, 1,53, т. е. на 10% больше, чем уд. в. натурального (1,36). Влажность В. ш. мало отличается от влажности натурального шелка и колеблется между 10—11%. В. ш. обладает свойством втягивать влагу и вследствие этого разбухает в воде, при чем значительно теряет в своей крепости; эта потеря крепости доходит до 62%, но, высухая, В. ш. восстанавливает свою первоначальную крепость. Что касается натуральной шелковой пряжи, то при тех же условиях она теряет в своей крепости только 18,8%. Было предложено много способов сделать В. ш. более устойчивым по отношению к воде. Все методы увеличения крепости В. ш. сводятся к обработке последнего формалином (40%); крепость шелка в мокром состоянии при этом действительно увеличивается, но зато он несколько теряет в своей эластичности.

Отличить В. ш. от натурального не представляет никаких затруднений: при сжигании нитки натурального шелка ощущается запах жженого рога; если же сжечь нить В. ш., то чувствуется запах горелой бумаги. Химич. путем натуральный шелк отличают от вискозного, действуя на последний раствором иода в иодистом кали в присутствии серной к-ты; при этом получается синее окрашивание—характерная реакция на целлюлозу. На натуральный шелк иод никакого действия не оказывает.

Мировое производство В. ш. За сравнительно короткое время практич. применения В. ш. произошло значительное развитие этой новой промышленности. Достаточно сказать, что мировое производство искусственного шелка в 1913 г. составляло 12 млн. кг, в 1925 г.—94,5 млн. кг, а в 1926/27 г.—120 млн. кг, из к-рых на долю В. ш. приходится 80—82%. Особенное развитие производство искусственного шелка получило в Америке, где в 1913 г. производство В. ш. составляло всего 700 тыс., а в 1926 г. оно достигло уже 25 млн. кг. В Англии первая фабрика В. ш. была выстроена в 1905 г. и вырабатывала всего 250 тыс. кг пряжи в год, а в 1926 г. производство В. ш. поднялось до 12,8 млн. кг. По отдельным странам первое место по производству искусственного шелка в 1926 году занимали С.-А. С. Ш.—28 млн. кг, второе—Италия—17 млн. кг; затем: Германия—13,6 млн. кг, Англия—13,5 млн. кг, Франция—8 млн. кг

и др. государства. Из указанного количества на долю В. ш. следует отнести 83%. Рыночные цены за 1 кг В. ш. в Э. Европе колеблются от 2,5 до 3,3 долл.

В СССР первая ф-ка В. ш. была основана в 1909 г. Акционерным об-вом «Вискоза» в с. Мытищах, близ Москвы, с капиталом в 400 000 долл. (после года работы этот капитал был увеличен до 750 000 долларов). В 1910/11 г. это об-во приступило к постройке второй ф-ки, на о-ве Даго (б. Эстляндская губ.); в 1913 г. новая ф-ка начала частично работать, но наступившая война приостановила ее работу. До 1914 г. производство мытищинской ф-ки достигало максимума 140 тыс. кг в год. Потребность же рынка в пряже искусственного шелка еще тогда была настолько велика, что ее ввозили из-за границы в 8—10 раз больше выработки этой ф-ки. С 1917 по 1924 г. мытищинская фабрика бездействовала, а с ноября 1924 г. она стала постепенно восстанавливаться, и в настоящее время производство В. ш. на ней достигло почти прежнего уровня. Пятилетний план промышленности СССР предусматривает производство искусственного шелка в 16 млн. кг пряжи, из к-рых больше половины будет уделено В. ш.

Применение В. ш. Главное применение В. ш. находит при выработке трикотажных изделий, а также при изготовлении различного рода тканей, где В. ш. играет роль утка. Из В. ш. изготавливаются также сетки, кисти, различ. позументы и т. п. Очень эффектный вид имеют плюш и бархат из В. ш.; большое применение этот шелк имеет и для изготовления лент. В настоящее время появляются ткани, изготовленные на обычном вида ткацких станках, где в основе и в утке применяется В. ш., хотя многие до сих пор полагают, что искусственный шелк, и в частности В. ш., не может быть использован в качестве в виде основы. Большое применение в ткачестве и трикотаже имеет В. ш. совместно с другими видами текстильных волокон, как хлопок, шерсть и натуральный шелк. По мере улучшения качества В. ш. он находит все большее и большее применение.

Лит.: Анучин С. и Жирмунский С., Искусствен. волокно, Изв.-Возн., 1927; Шапошников В. Г., Общая технология волокон и красящих веществ, М.—Л., 1926; Rheinthalер F., Die Kunstseide, В., 1926; Eggert J., Die Herstellung u. Verarbeitung d. Viscose, В., 1926; Hottenroth V., Die Kunstseide, Leipzig, 1926; Becker F., Die Kunstseide, Halle, 1912; Chaplet A., Les soies artificielles, P., 1926; Анке у. Eichengrün, Technologie d. Textilfasern, В., 1927; Avram M., The Rayon Industry, N. Y., 1927. **С. Жирмунский.**

**ВИСМУТ**, Вi, элемент V группы периодич. системы, ат. номер 83, ат. в. 209,0; в соединениях висмут преимущественно трехвалентен, редко пятивалентен; дает окисел  $\text{Вi}_2\text{O}_3$ , к-рый легко отдает 2 атома кислорода и переходит в низший окисел  $\text{Вi}_2\text{O}_3$ . В. обладает ясно выраженными металлич. свойствами; металл серовато-белого цвета с красным оттенком, уд. вес 9,82,  $t_{\text{пл.}}^{\circ}$  270°,  $t_{\text{кип.}}^{\circ}$  выше 1500°, твердость 2,5; электропроводность 1,3, теплопроводность 1,8 (по сравнению с серебром, у которого эти величины приняты за 100). Висмут диамагнитен, в магнитном поле электрическое сопротивление

его увеличивается. На воздухе В. медленно окисляется в  $\text{Вi}_2\text{O}_3$ ; в к-тах растворяется: в азотной к-те, образуя  $\text{Вi}(\text{NO}_3)_3$ , и в горячей серной кислоте, образуя  $\text{Вi}_2(\text{SO}_4)_3$ ; при избытке воды выпадают его основные соли. В сплавах В. понижает  $t_{\text{пл.}}$  и электропроводность и делает сплавы хрупкими. Максимально допустимое содержание В.: в электротехнич. меди 0,005%, в латуни 0,01%.

Рудами В. являются: самородный висмут, висмутовый блеск, или висмутин  $\text{Вi}_2\text{S}_3$ , медновисмутовый блеск  $\text{Cu}_6\text{Вi}_4\text{S}_9$ , висмутовая охра  $\text{Вi}_2\text{O}_3$ , висмутовый шпат  $3 \text{Вi}_2\text{O}_3 \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{Вi}_2(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , висмутит  $\text{Вi}_2\text{O}_3 \cdot \text{CO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , висмутосферит  $\text{Вi}_2\text{O}_3 \cdot \text{CO}_2$ , базовисмутит  $2 \text{Вi}_2\text{O}_3 \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Из этих руд главнейшей является *висмутин* (см.). Руды В. встречаются гл. обр. в первичных месторождениях, связанных с интрузиями кислых пород, реже—во вторичных в виде окислов и карбонатов. Главнейшими поставщиками руды висмута являются: Боливия (департамент Потоси, Ла Пас) и Перу (окр. Кольчихирса, в деп. Хуни). Меньшее значение имеют месторождения в Австралии, Европе (Саксония) и Китае. Добыча руд В. производится подземными и открытыми разработками совместно с рудами олова, вольфрама, серебра, кобальта и др. Обоганительные процессы значительно увеличивают содержание В. в руде от нескольких % до 30% и выше; обогащение выполняется как вручную, так и механич. способами. Извлечение В. из руд производится сухим и мокрым способами. При сухом способе богатые руды и концентраты подвергаются предварительному обжигу для удаления S, As, Sb и других летучих примесей и затем поступают в восстановительную плавку в отражательных печах или тиглях с добавлением железа (для разложения висмутина), угля и флюса (известняка, плавикового шпата). Металлический В. собирается внизу под шлаком и штейном и легко отделяется в жидком виде. При мокром способе бедные руды, а также побочные металлургическ. продукты (шлам, полученный при электролизе Pb, Sn, Cu), обрабатываются соляной к-той и фильтруются; осажденная прибавлением воды хлорид висмута  $\text{ВiOCl}$  восстанавливается до металла плавлением в железных тиглях с флюсом (сода, известь), а также древесным углем. Для получения технич. чистого В. содержащиеся в сыром В. примеси As, S, Fe, Ni, Co, Au, Ag, Pb, Cu, Те обычно удаляются плавкой В. с очищающими веществами в зависимости от состава. Совершенно чистый В., необходимый для фармацевтич. препаратов, получается растворением металлч. В. в азотной кислоте, осаждением водой нитрата В., фильтрованием и кипячением со щелочью для удаления следов свинца и мышьяка. Абсолютно чистый висмут получается электролизом азотнокислого В.

Мировое потребление В. (считая на металл) доходит до 500 т в год. Главный потребитель—С.-А. С. Ш. ( $\frac{1}{3}$  мирового потребления). Первое по потреблению В. место занимает химико-фармацевтич. промышленность, затем производство легкоплавких

сплавов и остальные производства. Рынок находится в руках Висмутового синдиката во главе с фирмой Johnson Mathey and Co, Ltd. London, к-рый устанавливает цены на металлич. В., а также регулирует добычу всех месторождений. Одни месторождения Боливии легко могут удовлетворить весь мировой спрос на руду В. Цена висмута за англ. фн. с 1910 г. и до войны была 7 шилл. 6 пенсов, во время войны поднялась до 12 шилл., к концу 1924 г. упала до 5 шилл. и затем вскоре снова поднялась до 10 шилл. СССР добычи В. не ведет и покрывает всю потребность импортом. В 1913 г. в Россию было ввезено висмутовых (гл. обр. азотно-кислых) солей ок. 48 т на сумму 114 тыс. р. В настоящее время потребность Наркомздрава в азотнокислом В. определяется в 55 т. Возможность нахождения висмутов. руд и их использования в пределах СССР была установлена во время войны К. А. Ненадкевичем, который с 1918 по 1920 год вылавил 500 кг металлического В. Для получения В. возможно использовать его месторождения: в золотоносных песках Карийского района, по рекам Ивановке и Таратушихе, по притокам р. Кары, впадающей в Шилку, на Шерловой горе; кроме того В. встречается в месторождениях цветных камней и вольфрамита и в Букукинском вольфрамитовом месторождении в Забайкалье. Получение висмута возможно также в качестве побочного заводского продукта при обработке свинцово-серебряно-цинковых руд из месторождений по реке Тетюхе, по побережью Японского моря.

Лит.: Лодочников В., Висмут, сборник «Ест. произв. силы России», т. 4, вып. 17, П., 1923; Ненадкевич К. А., Очерк исследований висмутовых руд Забайкалья, «Труды Гос. инст. нар. обр. в Чите», Чита, 1922, кн. I, стр. 65—82; Ферман А., Висмут, Хим.-технич. справочник, т. 1—Исходное сырье, ч. I, стр. 19, 2 изд., П., 1923; Allen R., Bismuth Ores, London, 1925; Fr. Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie, Berlin—Wien, 1923, В. 12, р. 82.

Н. Влодавч.

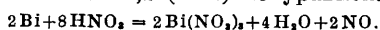
**ВИСМУТА СОЕДИНЕНИЯ.** В своих солеобразных соединениях висмут является положительным трехвалентным ионом  $\text{Bi}^{+++}$ . Растворы его солей бесцветны, имеют кислую реакцию и легко гидролизуются, давая трудно растворимые основные соли. Исходным материалом для приготовления В. с. служит металлический висмут.

Известны четыре кислородных соединения висмута: закись  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , окись  $\text{Bi}_2\text{O}_5$ , перекись  $\text{Bi}_2\text{O}_4$  и ангидрид висмутовой кислоты  $\text{Bi}_2\text{O}_5$ . (Существование  $\text{Bi}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_5$  некоторые авторы считают сомнительным.) Закись висмута получается при вылинии солянокислого раствора его хлористой соли  $\text{BiCl}_3$  вместе с хлористым оловом  $\text{SnCl}_2$  в разбавленный раствор едкого кали; закись висмута представляет собою серый кристаллический, легко окисляющийся порошок; сильные кислоты разлагают ее на металл и окись. Окись висмута, висмутовая охра,  $\text{Bi}_2\text{O}_5$  получается при прокаливании металлического висмута или его азотнокислой или углекислой соли и имеет вид желтых, нерастворимых в воде иголок; с к-тами она дает соли висмута. Гидрат окиси  $\text{Bi}(\text{OH})_3$  выпадает из кислого раствора азотнокислого висмута при осажде-

нии его избытком аммиака. В технике окись висмута применяется для изготовления стекол с большим показателем преломления, для красной эмали и в керамике. Метависмутовая кислота  $\text{HBiO}_3$ ; калийная соль этой кислоты получается при пропускании струи хлора в суспендированную в едком кали окись; при этом получается также  $\text{Bi}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

С хлором висмут образует два соединения:  $\text{BiCl}_2$  и  $\text{BiCl}_3$ . Треххлористый висмут  $\text{BiCl}_3$  получается при пропускании струи сухого хлора над накалившимся порошком висмута или при растворении висмута в крепкой соляной к-те или в царской водке; раствор выпаривают и остаток перегоняют. Треххлористый висмут представляет собою белую гигроскопическую массу уд. в. 4,56,  $t^\circ_{\text{пл.}} 230^\circ$ ,  $t^\circ_{\text{кип.}} 430^\circ$ ; с соляной кислотой и хлористыми солями щелочных металлов дает двойные соли состава:  $\text{BiCl}_3 \cdot 2\text{HCl}$ ;  $\text{BiCl}_3 \cdot 2\text{KCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{BiCl}_3 \cdot 2\text{CsJ} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; при разбавлении большим количеством воды гидролизуются и переходят в хлорокись висмута  $\text{BiOCl}$ —белый аморфный, нерастворимый в воде порошок, применяемый для приготовления *белмл* (см.) и как средство против веснушек. Трехиодистый висмут,  $\text{BiI}_3$ , получается возгонкой в струе углекислоты порошка висмута (21 ч.) с металлич. иодом (38 ч.), имеет вид черных листочков с металлич. блеском, растворим в спирте. При кипячении с водой  $\text{BiI}_3$  образует иодокись висмута  $\text{BiOJ}$ —кирпичнокрасный тяжелый, не имеющий запаха порошок, применяемый для присыпки ран взамен ксероформа.

Азотнокислый висмут, строение  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , получают при постепенном прибавлении измелченного металлич. висмута (1 ч.) к нагретой до  $80^\circ$  азотной к-те удельного веса 1,2 (5 ч.) по уравнению:



Отстоявшийся горячий раствор сливают с осадка; при остывании из него выпадают кристаллы  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; их промывают слабой азотной кислотой и сушат при обыкновенной температуре. Из маточного раствора при упаривании можно получить еще некоторое количество кристаллов в виде больших прозрачных призм, плавящихся при  $78^\circ$ . Азотнокислый висмут хорошо растворим в воде и глицерине; его водные растворы имеют кислую реакцию; он служит исходным материалом для получения ряда солей висмута, применяемых в медицине: дерматол (соль галловой к-ты), ксероформ (соль трибромфенола), соль салициловой к-ты и т.д. Основной азотнокислый висмут получается при разбавлении растворов азотнокислого висмута большим количеством воды; состав его колеблется в зависимости от условий осаждения и приблизительно соответствует ф-ле

$\text{Bi} \begin{cases} \text{NO}_3 \\ \text{OH} \end{cases}$ ; легкий белый кристаллический порошок, нерастворимый в воде; при прокаливании разлагается на окись висмута, азотную кислоту и воду; применяется в медицине в качестве вяжущего средства; в технике служит для получения металлического

отлива на керамических изделиях, а также для нанесения на них золота.

Лит.: Gmelin-Kraut, Handbuch der anorganischen Chemie, 8 Aufl., 1927. А. Монозон.

**ВИСМУТИН** (висмутовый блеск), минерал ромбич. системы, встречающийся в сплошном виде или вкрапленным, а также в зернистых, шестоватых, жилковатых и листоватых агрегатах. Излом В. не совершенно раковистый; тв. 2—2,5; мягок и несколько режется ножом; уд. в. 6,4—6,6; цвет свинцово-серый, иногда с желтым или пестрым оттенком; блеск металлический; непрозрачен; проводник электричества. Химический состав В.:  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  (81,25% Вi и 18,75% S). Перед паяльной трубкой легко плавится, при чем кипит и разбрызгивается; в восстановительном пламени дает королек висмута. Висмутин является типичным минералом рудных жил и часто встречается совместно с самородным и углекислым висмутом.

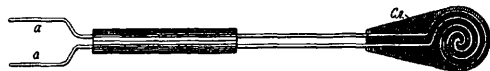
Продуктами разложения В. являются минералы: висмутит  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , висмутовый шпат  $(3\text{Bi}_2\text{O}_3\text{CO}_2) \cdot \text{Bi}_2(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , висмутовая охра  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  (89,66% Вi и 10,34% O). Висмут встречается во многих местах Швеции (Риддартгитан), Венгрии (Рецбания), Англии (Корваллис), Боливии (горы Иллампу), Австралии (Квинсленд); в СССР известны месторождения В. в Сибири (Ново-Зерентуйский рудник Нерчинского округа).

В. применяется глав. образом в промышленности для получения висмута (см.).

Лит.: Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и сел. хозяйстве. Л., 1927; Либеве Г., Учебник минералогии, СПб, 1907.

**ВИСМУТОВАЯ БЕЛАЯ**, основная азотно-висмутовая соль (см. Висмута соединений), получаемая обработкой металла. висмута дымящей азотной кислотой в избытке воды. В. б.—белый нежный порошок, быстро темнеющий на воздухе вследствие образования черного сернистого висмута; поэтому В. б. надо хранить в плотно закрытом сосуде. Применяется исключительно в косметике как белила. Как малярная краска В. б. не употребляется в виду ее дороговизны.

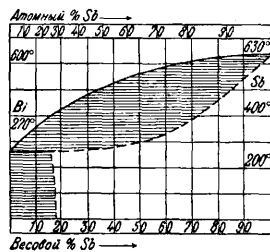
**ВИСМУТОВАЯ СПИРАЛЬ**, прибор для измерения магнитного поля, основанный на свойстве висмута увеличивать сопротивление под действием магнитного поля (до 6% при возрастании напряженности поля на 1 000 А/см). Висмутовая проволока свертывается в виде весьма тонкой, сплюсненной бифилярной спирали, диам. ок. 1 см и толщ. в 1 мм, и зажимается между двумя сплодными листочками (Сл); концы В. с. припаиваются к двум медным проволокам *аа* для



присоединения к прибору, измеряющему сопротивление. Благодаря малым размерам В. с. легко помещается в междуполюсные пространства. Располагая В. с. перпендикулярно к линиям сил поля, можно по сопротивлению ее судить о напряженности поля, при чем калибровка производится на заранее известных полях. При нагревании получается значительно меньшее увеличение сопротивления (при нагревании до 100°—в 2,5 раза). Поэтому желательнее производить

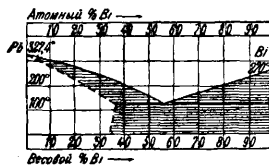
измерения при той  $t^\circ$ , при к-рой была калибрована В. с. Кроме того на действие магнитного поля сильно влияет форма тока, проходящего через висмутовую спираль. Поэтому предпочтительно пользоваться прямым (постоянным) током.

**ВИСМУТОВЫЕ СПЛАВЫ**, довольно многочисленная группа сплавов разнообразного состава, содержащих Вi в количествах от 1 до 60%. В качестве других компонентов в В. с. входят Pb, Sn и Cd, реже Sb и Cu. В. с. характеризуются низкой  $t^\circ_{пл.}$  и резко выраженной хрупкостью, для нек-рых сплавов затрудняющей, а для других—совершенно и сключаяющей возможность проковки и прокатки. Степень хрупкости находится в зависимости от содержания Вi. Малая усадка В. с. при затвердевании позволяет применять многие из них для производства отливок с тонкими контурами и сложным рисунком. На фиг. 1—6



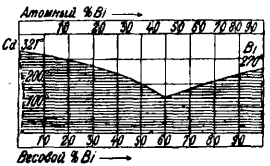
Фиг. 1.

представлены соответственно диаграммы плавления систем: 1) Вi+Sb, 2) Вi+Pb, 3) Вi+Cd, 4) Вi+Cd+Sn, 5) Вi+Pb+Cd, 6) Вi+Sn+Pb,



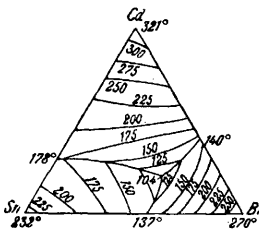
Фиг. 2.

ответственно диаграммы плавления систем: 1) Вi+Sb, 2) Вi+Pb, 3) Вi+Cd, 4) Вi+Cd+Sn, 5) Вi+Pb+Cd, 6) Вi+Sn+Pb, которые дают представление как о характере В. с., так о  $t^\circ_{пл.}$  и  $t^\circ_{отв.}$  их при различном содержании составляющих.



Фиг. 3.

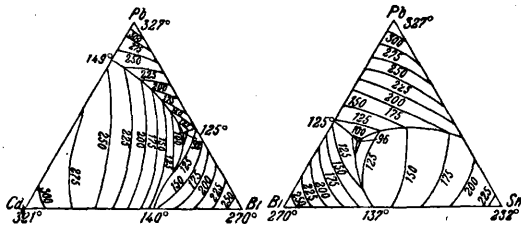
Из всего количества В. с. отметим сплав Липовица с содержанием 50% Вi, 27% Pb, 13% Sn, 10% Cd, при 70° вполне переходящий в жидкое состояние. Он применим как припой для пайки олова, свинца, британского



Фиг. 4.

и т. п. сплавов, а также для изготовления очень тонких деталей отливкой в гипсов. формах. Самую операцию отливки производят так: готовый сплав в твердом состоянии, в виде кусков соответствующей величины, закладывают в гипсовые формы, к-рые затем помещают в кипящую воду; переходя в жидкое состояние, металл заполняет самые мельчайшие контуры формы. Изготовление сплава производят в тигле (железном или чугунном), при чем жидкий металл, в виду

различного уд. веса составляющих, необходимо тщательно перемешивать деревянной



Фиг. 5.

Фиг. 6.

мешалкой. Сплав Липовица имеет цвет отполированного серебра.

В табл. 1 приведены наиболее часто применяемые висмутовые сплавы.

Табл. 1.—Состав висмутовых сплавов (в %).

Bi	Pb	Sn	Cd	t° п.л.	Наименование
55,56	—	33,32	11,12	95°	—
52,50	32,00	15,50	—	96°	Сплав Розе
50,10	24,90	14,20	10,80	70°	» Вуда
20,50	20,50	33,30	25,70	75°	—
20,0	40,0	40,0	—	142°	—
11,12	47,44	41,44	—	160°	—

Последние три сплава, содержащие висмут в подчиненных количествах, являются более дешевыми.

В. с. в расплавленном виде применяются также в качестве металлиз. ванн при отпуске стали. В табл. 2 приведены сплавы типа нейзильберов, в состав к-рых Bi входит в незначительном количестве.

Табл. 2.—Состав висмутовых сплавов типа нейзильберов (в %).

Cu	Ni	Sb	Bi	Sn	Zn	Al	Примечание
25,0	24,0	50,0	1,0	—	—	—	Для рефлекторов
45,0	22,5	—	1,0	10,0	21,5	—	Для изготовления чашек, ложек и т. д.
69,0	10,0	—	1,0	15,0	24,0	1,0	

Некоторые из В. с. с успехом применимы в ламповом и т. п. производствах в качестве нерастворимой в керосине замазки для крепления стеклянных частей к металлическим и наоборот. Для этого можно рекомендовать сплавы (см. табл. 3).

Висмутовые амальгамы получают добавкой ртути в расплавленный Bi. Чистая висмутовая амальгама отличается блестящим серебряным цветом, но дорога. Чаще в состав ее, в целях удешевления, вводят Pb и Sn. Амальгама состава 53,5% Bi, 17,1% Pb, 18,7% Sn, 10,7% Hg применяется при изготовлении анатом. препаратов (при 90—95°). См. *Справочник физ., хим. и технолог. величин*. Н. Соколов.

**ВИСТРА**, прочная ткань для одежды. Производство волокна В. мало отличается от

производства искусственного шелка по вискозному способу и даже проще его, так как отпадает процесс созревания вискозы, сусушивания волокна и разматывания на мотки. Волокно В. после механич. обработки имеет вид длинной и широкой ленты и под названием топса прядется самостоятельно или в смеси с хлопком или шерстью; получается очень прочная ткань для платьев, при чем практика показала, что В., приготовленная из вискозы, лучше всего м. б. спряжена для камвольного прядения. Один из недостатков искусственного шелка—потеря прочности в воде—значительно уменьшается в волокне В. Цена волокна В. в Германии—2 р. 40 к. за кг. В 1925 г. в Европе было выработано до 25 000 т изделий из В. По пятилетнему плану промышленности СССР предполагается выработать В. по вискозному способу около 5 000 000 кг.

Волокно вистры впервые появилось на рынке в Германии во время войны 1914—1918 гг., когда в средней Европе ощущался большой недостаток в хлопке и шерсти.

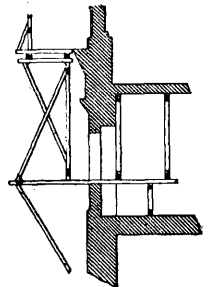
Лит.: «Mellands Textilber.», Mannheim, 1927, p. 86; «Sächs. Textilber.», 1926, p. 100. С. Жириунский.

**ВИСЦЕЛИНОВЫЙ ШЕЛК** представляет собою искусственную нить, имеющую по наружному виду большое сходство с конским волосом; в отличие от последнего она менее эластична и более восприимчива к воде. В. ш. выделяется своим блеском, окрашивается теми же красителями, что и вискозный шелк, и м. б. выработан в любую длину. В. ш. получается тем же путем, что и вискозный шелк, т. е. восстановлением вискозы при помощи серной кислоты и какой-нибудь сернокислой соли, при чем диаметр отверстия фильера, через к-рый проходит вискоза в восстановительную ванну, составляет не менее 0,5 мм. В зависимости от способа приготовления В. ш. носит различные названия: сириус (приготовленный из медно-аммиачного раствора целлюлозы), пан, гелиос и другие. Висцелиновый шелк находит применение в текстильной промышленности для производства тесьмы, галунов, лент, а также для отделки шляп.

Лит.: Веккер Fr., Die Kunstseide, Halle, 1914; Hölken M., Die Kunstseide a. d. Weltmarkt, B., 1926.

**ВИСЮЛКИ**, отрезки железной проволоки различной длины и диаметра, служат грузом, способствующим опусканию аркатных шнуров и лиц при закрытии зева в жаккардовом тканье. Один конец у висюлек сплюснен и продырявлен, чтобы иметь возможность привязывать концы нижних подвязей лиц. В зависимости от рода материала основы, ее номера и плотности вес В. колеблется от 10 до 100 г (2,5—25 золотников); для хлопчатобумажных тканей берут висюльки весом от 12 до 20 г (3—5 золотников). См. *Ткацкое производство*.

**ВИСЯЧИЕ ЛЕСА**, применяются в тех случаях, когда приходится надстраивать верхн. этажи уже готового здания. Конструкция висячих лесов (выносных) крайне разнообразна и основана на использовании в





качестве опоры для лесов самого строения (см. фиг.). Размеры и положение В. л. должны быть точно рассчитаны в зависимости от нагрузки. В СССР В. л. делают обыкновенно из круглого леса, за границей — часто с металлическими частями.

**ВИСЯЧИЕ МОСТЫ**, см. *Мосты*.

**ВИСЯЧИЕ СТЕНЫ**, стены, тяжесть к-рых передается не непосредственно на фундамент, а на деревянный или металлический каркас здания. В фахверковых постройках основной лежень каркаса укладывается на каменные столбы, с ним соединяются вертикальные стойки, которые располагаются в зависимости от размещения дверных и оконных отверстий. Угловые стойки укрепляются подкосами. Все вертикальные стойки соединяются между собою прогонами в виде брусев или ферм, расстояние между которыми при кирпичной кладке определяется по числу рядов кирпичей, заполняющих каждое поле. В верхний, обвязочный венец врубаются потолочные балки, поверх которых врубается мауэрлат. При деревянно-металлическом каркасе стойки из двутавровых балок устанавливаются на расстоянии 3—4 м, и нижние концы стоек заделываются в каменный фундамент. К стенке двутавровой стойки между ее таврами на определенном расстоянии приклепывают или прибавчивают железные уголки. На эти уголки, как на опоры, укладывают, при деревянных В. с., деревянные горизонтальные брусья, соединяя их с уголками при помощи болтов. Для устройства окон и дверей между деревянными прогонами заводят стойки и поперечины, образуя амбразуру отверстия. При деревянных вислячих стенах после выполнения каркаса приступают к обшивке стен досками.

С целью сделать В. с. более теплыми промежутки между наружной и внутренней обшивкой можно заполнить алебастрово-пробковым бетоном, для чего мелкие пробковые крошки перемешивают насухо с алебастром. Кроме алебастрово-пробкового бетона заполнять промежутки между двумя обшивками такой В. с. можно также сфагнумом или сухими опилками. Но сфагнум и опилки с течением времени уплотняются, садятся и образуют пустоты, которые приходится снова заполнять; кроме того, вследствие гигроскопичности древесных опилок, в здании заводится сырость. При каркасе, построенном из одного металла, В. с. делают кирпичными, реже — бетонными. Каркас здания представляет собой решетчатый металлический фахверк, где ряд решетчатых балок, стоек, раскосов составляют скелет В. с., которая покоится на колоннах, стоящих на отдельных фундаментных башмаках. Необходимые в В. с. окна и двери выделены в скелете вертикальными и горизонтальными стержнями, которые играют роль рамы и к которым прикрепляются на петлях дверные полотна и оконные переплеты. Все пространство решетчатого скелета заделывают кирпичом на цементном растворе, при чем балки служат опорами для кирпичной заделки В. с., а стойки разделяют всю поверхность В. с. на ряд панелей; таким образом соответствующий вес заполнения кирпичом

В. с. не передается нижним этажам, а лишь поддерживающей данную панель решетчатой балке, которая обоими своими концами передает его стойкам.

Каркасная конструкция построек дает возможность для фабрично-заводских зданий осуществлять фасадные В. с. со сплошным остеклением. Здания этого типа получили распространение в Америке; их начинают строить и в СССР. Сущность конструкции следующая: ряд стальных стоек, установленных на отдельных фундаментах, образует как бы простенки; по высоте этажей к стойкам приклепывают горизонтальные балки в плоскости фасадов здания; горизонтальные балки делают всю высоту здания на ряд этажей. Затем к этим балкам приклепывают на соответств. расстоянии друг от друга потолочные балки, другим своим концом опирающиеся на прогоны внутренних стен. В образующиеся прямоугольные пространства, ограниченные фасадными стойками и балками, вставляются двойные металлические оконные переплеты, которые сплошь застекляются. Необходимо указать, что такие В. с., даже из кирпича с металлич. поддерживающими конструкциями, хотя и весьма распространены в фабрично-заводском строительстве за границей, д. б. отнесены к сторающим зданиям, а потому и не вполне безопасны в пожарном отношении. Часто во время пожара опорные балки, нагреваясь, деформируются, обрываются, и стены падают. Для придания им большей пожарной безопасности, т. е. для превращения их во вполне огнестойкие сооружения необходимо все металлические части покрыть изолирующим огнеупорным материалом. Иногда металлические части, в целях безопасности от огня, заменяют железобетоном; получается смешанная кирпично-железобетонная постройка с остовом из вертикальных железобетонных колонн как наружных, так и внутренних стен, связанных горизонтальными балками из армированного бетона. Междуэтажные перекрытия выполняются также из железобетона. Заполнение В. с. производится кирпичной кладкой по прогону из армированного бетона.

*Лит.:* Керстен К., Железобетонные гражданские и инженерные сооружения, М., 1926; Гофман В. Л., Планировка и конструирование фаб.-зав. зданий, ч. I, Л., 1927; «СП», М., 1927. **И. Запорожец.**

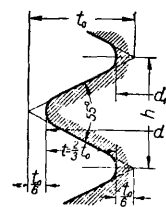
**ВИТАМИНЫ**, вещества, находящиеся в очень малых количествах в пище и обладающие свойством делать ее полноценной. В. необходимы для питания, и отсутствие их вызывает тяжелые расстройства функциональной деятельности, т. н. авитаминозы: бери-бери, пеллагру, цингу (скорбут), рахит, фурункулез и др. Открыты в 1912 г. К. Функом, В. являются объектом многочисленных исследований, к-рые однако не выяснили до сих пор сущности действия В. Наиболее распространенные взгляды сводят действие В. к гормонам. В последнее время делаются попытки получить В. в чистом виде. На основании физиологич. свойств К. Функ предложил различать следующие категории В. 1) Истинные витамины, содержащие азот и разрушающиеся щелочью. Их три: витамин В, растворимый в воде и алкоголе, устраняющий явления

неврита и перерождения, вызванные безвитаминой пищей; витамин С, растворимый в воде, — антискорбутный, и витамин D, необходимый для размножения дрожжей. 2) Безазотистые В., не разрушаемые щелочью, — в и т а с т е р о л ы. К ним относятся: витастерол А — антиксерофтальмический, растворимый в жирах; витастерол Е — антирахитический, также растворимый в жирах, и витастерол F — фактор размножения. В образуются только в растительных организмах и к животным попадают только с пищей. В. легко разрушаются от окисляющего действия воздуха, от сильного нагревания, от разных видов консервирования пищи. Наиболее богаты отдельными витаминами зеленые овощи, травы, помидоры, шпинат, яичный желток, свежее молоко, сливочное масло, рыбий жир, наружные покровы зерен риса, пшеницы, ржи и других злаков, а также фрукты — апельсины, лимоны и т. п. Разными витаминами одновременно богаты помидоры, лимонный и апельсиновый сок. См. *Пищевые продукты*.

*Лит.*: Ф у н к К., Витамины. Их значение для физиологии и патологии с особым обзорением авитаминозов. М., 1922; Р е м а н Ф., Искусственное питание и витамины. М.—П., 1922.

О. Магидсон.

**ВИТВОРТА НАРЕЗКА**, наиболее распространенный в настоящее время в Европе тип английской винтовой треугольной нарезки для болтовых соединений. Образующая винтовой поверхности (см. фиг.) — равнобедренный треугольник с углом при вершине в  $55^\circ$ , высотой  $t_0 = \frac{1}{2} h \operatorname{ctg} 27\frac{1}{2}^\circ = 0,96049 h$ , где  $h$  — высота подъема за один оборот, т. е. ход винтовой нитки. Выступам и впадинам нарезки дают закругление на глубине  $\frac{1}{8} t_0$  радиусом  $0,143 t_0$ , т. е.  $t = \frac{2}{30} t_0$ . Ход винтовой нитки выбирают так,



чтобы  $h = nd$ , где  $d$  — наружный диаметр нарезки, при чем для  $d = \text{от } \frac{1}{4} \text{ до } 6 \text{ англ. дм.}$   $n$  изменяется от  $\frac{1}{5}$  до  $\frac{1}{15}$ . Внутренний диаметр нарезки  $d_1 = d - 2t$ . В системе Витворта винты с  $d = \text{от } \frac{1}{4} \text{ до } 1\frac{3}{4} \text{ англ. дм.}$  выполняют с целым числом нарезок на 1 п. дм., а  $d$  отличаются в долях дюйма: сначала на  $\frac{1}{16}$  (до  $d = \frac{1}{2}$ "), затем на  $\frac{1}{8}$  (до  $d = 2$ ") и, наконец, на  $\frac{1}{4}$  (до  $d = 6$ ").

**ВИТЕРИТ**, минерал хим. состава  $\text{BaCO}_3$ , содержащий 77,68% ВаО и 22,32%  $\text{CO}_2$ ; тв. 3—3,5; уд. в. 4,2—4,3; система ромбическая. Перед паяльной трубкой В. сплавляется в эмалевидное стекло, окрашивая пламя в желто-зеленый цвет. В слабых к-тах растворяется с шипением. Образует обычно лучисто-шестоватые, шаровидные или сплошные скопления. Промышленно ценные месторождения известны в Англии в Нортумберленде, где витерит образует мощную жилку совместно с кальцитом и баритом; в СССР в сколько-нибудь значительных количествах не встречается. В. является прекрасной рудой для приготовления препаратов бария.

**ВИТСТОНА МОСТИК**, У и т с т о н а м о с т и к, схема для измерения электрического сопротивления при помощи нулевого метода (см. *Мостик Витстона*).

**ВИТТЕРИЯ ПРОЦЕСС**, процесс обработки руд (франклинит, галмей) и оборотных

продуктов, содержащих окись цинка в смеси с окислами железа и других металлов. Эти материалы нельзя обрабатывать в муфелях путем дистилляционного метода, т. к. легкоплавкий шлак  $\text{FeO} + \text{SiO}_2$  разъедал бы реторту. При В. п. (1852 г.) руда или оборотные продукты нагреваются при  $1000\text{—}1100^\circ$  с восстановителями; при этом  $\text{ZnO}$  восстанавливается до  $\text{Zn}$ , а последний возгоняется и действием  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  воздуха снова окисляется в  $\text{ZnO}$ , к-рая в виде белой пыли собирается в мешочных фильтрах (см. *Бегхоус*). Процесс ведется в специальной печи Виттерия, состоящей из камеры, имеющей размеры  $6,5 \times 2 \times 1 \text{ м}$  и снабженной чугунными решетками с 3-мм отверстиями, расширяющимися вниз до 12 мм. Под колосниковую решетку подводится дутье. Пылеобразная окись цинка от ряда камер отводится каналом в бегхоус, мешочные фильтры которого очищаются через каждые 24 часа. Работа производится следующим образом. На колосники помещают каменный уголь слоем около 25 мм и пускают дутье. Когда угольная постель разогрета, на нее загружают шихту, составленную из равных частей руды (оборотных продуктов) и аптрацитовой мелочи. Слой шихты — обычно 100—150 мм. После этого закрывают рабочие дверцы печи и усиливают дутье. Операция длится 6—8 часов. Извлечение цинка достигает 80—85%. Полученная окись цинка идет для производства краски, если она достаточно белого цвета, или м. б. переработана на хлористый цинк, цинковый купорос или на металлический цинк. Печи Виттерия обычно располагаются группами, по 4 печи в каждой. Один рабочий обслуживает 6 печей. Разгрузка и загрузка печи (одной) производится каждый час. Окись цинка первого сорта содержит 99,87%  $\text{ZnO}$ , а второго — 99,34%. Главные примеси: 0,25—0,33%  $\text{SO}_3$ , 0,1—0,5%  $\text{H}_2\text{O}$ , 0,05—0,3%  $\text{PbO}$ . Изменение В. п. представляет процесс Барлетта (Barlett). Этим процессом обрабатываются цинково-свинцовые руды с целью получения смеси окиси цинка и серноокислого свинца. В 1919 году в Америке было в действии 18 заводов, производивших 117 639 т  $\text{ZnO}$  на сумму 20 591 877 долларов.

*Лит.*: G r e g a n, «Eng. and Min. Journal», N. Y., 1917, v. 104; S t o n e, «Transact. of the Amer. Inst. of Mining Eng.», Cleveland, 1917, v. 57. В. Ванюков.

**ВИХРЕВАЯ ТЕОРИЯ**, теория вихрей, учение о вихревом движении жидкости, имеющее большие приложения в аэродинамике и гидродинамике и являющееся одной из важнейших глав этих наук. Так как почти во всех действительных гидродинамических явлениях возникают вихри, то приложение теории вихрей к изучению этих явлений имеет большое значение. За последнее время В. т. дала возможность исследовать такие сложные явления, какими являются работа гребного винта (см. *Воздушный винт*), сопротивление тел (см. *Индуктивное сопротивление*) и т. п.

Можно показать, что движение малой жидкой частицы составляет: 1) из поступательного движения ц. т. частицы, 2) из движения с потенциалом скоростей, которое выражается в деформациях частицы, и 3) из

вращательного движения частицы (1-я теорема Гельмгольца). Проекции угловой скорости частицы на оси координат будут  $\xi$ ,  $\eta$  и  $\zeta$  (см. *Аэродинамика*). При равенстве нулю этих компонентов вихря  $\xi$ ,  $\eta$  и  $\zeta$ , движение будет с потенциалом скоростей.

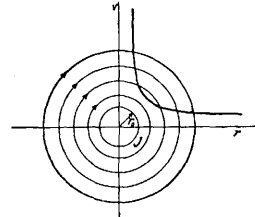
Если в жидкости проследить непрерывное изменение направления мгновенных осей вращения частиц и провести линию, касательные к которой будут совпадать с этими осями, то такая линия будет называться вихревой линией. Поверхность, проведенная через какую-нибудь линию в жидкости и образованная из вихревых линий, называется вихревой поверхностью. Жидкость, заключенная внутри вихревой поверхности, построенной на бесконечно малом замкнутом контуре, называется вихревой нитью. Если среди незамкнутой жидкости имеется вихревая область, края которой заключены в конечной толщине трубку, образованную вихревой поверхностью, то она называется вихревым шнуром. Если же эта область заключена между двумя близкими вихревыми поверхностями, она называется вихревым слоем. Произведение площади сечения вихревой нити  $ds$  на угловую скорость вращения жидкости  $\omega$  в этой нити называется напряжением вихревой нити. Напряжение вдоль вихревой нити остается постоянным (2-я теорема Гельмгольца), а отсюда следует, что вихревые нити сами на себя замыкаются или лежат на границах жидкости, ибо если вихревая нить кончилась бы в жидкости острием, то  $ds=0$ , и  $\omega$  обратилась бы в  $\infty$ . Возьмем в жидкости какой-либо замкнутый контур, спроектируем на касательную в каждой его точке скорость в этой точке  $v$  и возьмем по всему контуру сумму произведений этих проекций на элемент контура. Полученное выражение  $J = \int v \cdot \cos \alpha \cdot ds$ , где  $\alpha$  — угол между касательной и направлением скоростей, а  $ds$  — элемент контура, называется циркуляцией по данному контуру. Циркуляция играет очень большую роль в В. т., ибо при помощи ее значительно упрощаются некоторые определения, выводы и ф-лы. Циркуляция аналогична работе в механике, так как в ней роль силы играет скорость. По теореме Стокса, циркуляция по взятому замкнутому контуру в односвязном пространстве (т. е. в пространстве, в котором всякий контур можно обратить в точку) равна удвоенной сумме напряжений всех вихревых нитей, проходящих через площадь, охватываемую контуром. Из этой теоремы следует, что если циркуляция по любому контуру равна нулю, то угловая скорость вращения частиц равна нулю:

$$\omega^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 0, \text{ отсюда } \xi = \eta = \zeta = 0;$$

это и есть признак наличия потенциала скоростей и, следовательно, невозмущенности потока. Т. о. в невозмущенном потоке циркуляция по любому контуру равна нулю. Циркуляция по замкнутому контуру, проводимому через одни и те же частицы жидкости, остается во все время движения постоянной (теорема Томсона). Отсюда следует, что если потенциал скоростей существовал в на-

чальный момент, то он будет существовать и все время, и, наоборот, невозмущенное движение, раз оно существует, разрушиться не может. Таким образом в идеальной жидкости вихри возникнуть не могут.

Рассмотрим бесконечно длинный прямолинейный вихревой шнур с циркуляцией  $J$ , находящийся в среде, в которой других вихрей нет. Этот вихревой шнур вызовет вокруг себя определенное поле скоростей; линии токов этого движения будут концентрически.



Фиг. 1.

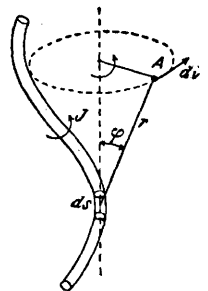
го вихря циркуляция по любому контуру будет равна  $J$ . Циркуляция по концентрической вихрю окружности с радиусом  $r$  будет:  $J = 2\pi r v$ , откуда скорость  $v = \frac{J}{2\pi r}$ .

Если радиус цилиндрического вихря обозначить через  $r_0$  и скорость на поверхности через  $v_0$ , то скорость в любой точке вне вихря будет  $v = \frac{r_0 \cdot v_0}{r}$ . Если принять  $v$  за ось ординат, а  $r$  — за ось абсцисс, то это уравнение представит собою равнобокую гиперболу. Как видим, скорость при небольших  $r$  изменяется очень быстро, и при очень тонком шнуре, радиус которого близок к нулю, скорость близка к бесконечности; следовательно, теоретически, около такого бесконечно тонкого вихря получаются бесконечно большие скорости. Давление в каждой точке найдется по уравнению:  $p = \text{Const} - \frac{v^2}{2}$ . Т. к. с уменьшением радиуса

скорость увеличивается, то внутри вихря будет пониженное давление. Указанный тип вихря встречается в природе в виде смерчей, тайфунов и америк. торнадосов. Вследствие пониженного давления внутри вихря он захватывает с собой встречающиеся по пути его движения предметы. Сравнительно резко ограниченная область больших скоростей и пониженного давления делает путь опустошения смерча также резко очерченным.

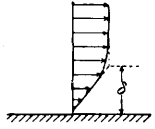
В случае наличия нескольких прямолинейных вихрей скорость, вызванную ими в какой-нибудь точке жидкости, можно найти, пользуясь принципом независимости действия, согласно которому полная вызванная вихрями скорость равна геометрической сумме скоростей, вызванных отдельными вихрями. В случае криволинейных шнуров вызванная элементом вихря  $ds$  скорость  $dv$  в точке  $A$  выражается следующим образом (фиг. 2):

$$dv = \frac{J}{2\pi r^2} \sin \varphi \, ds,$$



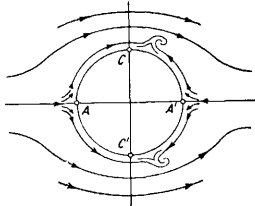
Фиг. 2.

где  $J$ —циркуляция вокруг вихря,  $\varphi$ —угол между расстоянием от данной точки до элемента вихря  $ds$  и осью вращения точки  $A$ . Эта формула является аналогичной формуле электродинамики, выражающей закон Био-Савара о действии электрического тока на магнитный полюс. Вообще говоря, между электромагнитными и гидродинамическими явлениями наблюдается большая аналогия.

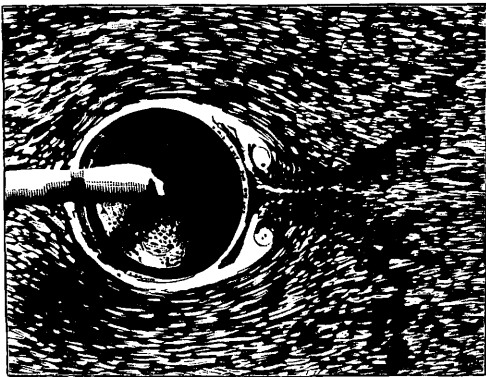


Фиг. 3.

Движение вихрей, даже прямолинейных, довольно трудно поддается математич. исследованию вследствие сложности самого явления; эти явления упрощают, рассматривая плоское движение, перпендикулярное оси вихрей. Если принять напряжение вихря за его массу, то при наличии нескольких прямолинейных вихрей можно найти их общий ц. т. Если имеются два прямолинейных параллельных вихревых шнура, вращающихся в одну и ту же сторону, то они будут вращаться около общего ц. т.; при вращении в разные стороны они будут двигаться прямолинейно, сохраняя одинаковые между собой расстояния. Одиночные вихри остаются неподвижными, если нет переносного движения. Интересными вихреобразованиями являются вихревые кольца, которые представляют собою вихревые шнуры, замкнутые сами на себя. Эти кольца двигаются по тому направлению, по которому отбрасывается жидкость внутри кольца. Чем тоньше кольцо, тем быстрее при той же циркуляции оно движется. Если выпустить одно за другим два вихревых кольца, то будет наблюдаться т. п. и гра кольца, при которой одно кольцо попеременно догоняет другое и кольца, изменяя свою величину, проходят одно сквозь другое.



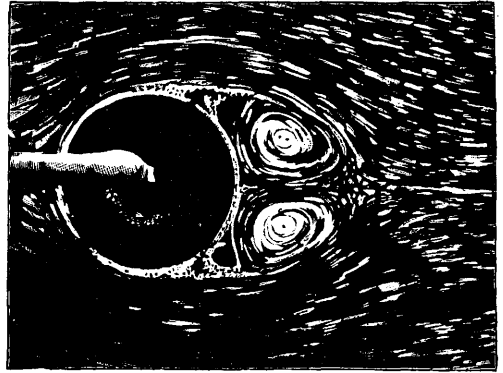
Фиг. 4.



Фиг. 5.

Объяснение образования вихрей около обтекаемого жидкостью тела при наличии хотя бы малой вязкости дал в 1904 году Прантль, пользуясь теорией пограничного слоя. При движении тела в

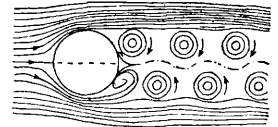
жидкости, на его поверхности, вследствие трения, скорость равна нулю, возрастая при удалении от поверхности и, наконец, становясь равной окружающему потоку (фиг. 3). Т. о. около тела образуется пограничный слой нек-рой толщины  $\delta$ , скорости в к-ром



Фиг. 6.

отличны от таковых в окружающем потоке и толщина к-рого зависит от вязкости жидкости: чем меньше вязкость, тем меньше его толщина; для идеальной жидкости, без вязкости, толщина этого слоя будет равна нулю.

Рассмотрим движение цилиндра (фиг. 4) в вязкой среде. Теоретически в точках  $A$  и  $A'$  имеется повышенное давление и в точках  $C$  и  $C'$ —пониженное. Поэтому около поверхности цилиндра получаются течения от  $A$  к  $C$  и к  $C'$  и от  $A'$  к  $C$  и  $C'$ ; этими течениями пограничный вихревой слой увлекается, и за точками  $C$  и  $C'$  вследствие получившихся противоположных токов начинают появляться вихри (фиг. 5). При малых скоростях движения течение получается почти точно симметричное. При увеличении же скорости вихри за цилиндром приобретают известную интенсивность



Фиг. 7.

и питаются пограничным слоем, смываемым общим течением (фиг. 6), и за телом образуются два симметрично расположенных вихря. Однако такое расположение парных вихрей не является устойчивым: наличие каких-либо случайных причин, хотя бы в виде сотрясений, ведет к изменению их на вихри, отрывающиеся от цилиндра поочередно и располагающиеся сзади в шахмат. порядке (фиг. 7). Периодич. отрывание таких вихрей наблюдается и при обтекании других тел и может, при известной частоте, произвести слышимый звук (например в органичных трубах) или, попадая в резонанс, произвести колебания других систем (напр. вибрации проволок на аэроплане или стабилизатора от вихрей, срывающихся с крыльев аэроплана). Система шахматных вихрей позволила проф. Карману создать вихревую теорию лобового сопротивления.

Таким образом обшее сопротивление тела в жидкости состоит из сопротивления,

обусловленного образованием вихрей, и из сопровитвления трения.

Лит.: Жуковский Н. Е., Теоретич. основы воздухоплавания, М., 1925; Саткевич А., Аэродинамика как теоретическая основа авиации, Петроград, 1923; F u c h s R. u. H o r f L., Aerodynamik, Handbuch der Flugzeugkunde, Berlin, 1922; E b e r h a r d t C., Einführung in die theoretische Aerodynamik, München, 1927; L a m b H., Hydrodynamics, London, 1925.

В. Александров.

**ВИХРЕВЫЕ ТОКИ**, токи Фуко, токи, возникающие в проводниках, расположенных в вихревом электрич. поле. По закону *индукции* (см.) скорость уменьшения магнитного потока через данную поверхность (магнитный спад) равна электрич. напряжению вдоль контура, ограничивающего эту поверхность (циркуляция вектора напряженности электрич. поля). Т. о. изменение магнитного потока создает вихревое электрич. поле, не имеющее потенциала и характеризующее замкнутыми силовыми линиями или, во всяком случае, линиями, не имеющими ни начала ни конца. Поскольку в этом вихревом поле расположены проводники электричества, в них возникает (индуцируется) ток, плотность к-рого  $\mathbf{j}$ , по закону Ома, пропорциональна вектору напряженности электрического поля:  $\mathbf{j} = \lambda \mathbf{E}$ , где  $\lambda$ —удельная проводимость. С этой точки зрения токи, индуцируемые в обмотках трансформаторов и электрич. машин, тоже являются В. т.; однако, благодаря сравнительно малому сечению применяемых проводов и специальному их расположению, индуцируемые в этих проводах токи легко вычисляются и м. б. направлены желательным для эксплуатации образом. Поэтому принято называть В. т. только такие индуцированные токи, к-рые замыкаются в вихревом электрич. поле. Токи, индуцируемые в обмотках электрич. машин и трансформаторов, выводятся наружу, за пределы вихревого электрич. поля. Это позволяет сравнительно просто рассчитывать электрич. цепь таких токов, вводя понятие эдс, индуцируемой в той части цепи, которая расположена в вихревом поле. Вместо действительного вихревого поля рассматривается эквивалентное ему потенциальное поле, в котором распределены эдс с таким расчетом, чтобы их сумма во всей цепи как-раз равнялась скорости уменьшения магнитного потока. Тогда сумму эдс в этой цепи можно считать равной омическому падению напряжения во всей цепи (см. *Индукции закон*). Такой упрощенный расчет невозможен при определении вихревых токов в массивных проводах. Здесь введение эдс вместо рассмотрения вихревого поля только осложнило бы расчет. Поэтому для определения В. т. приходится интегрировать дифференциальные уравнения Максвелла в данной среде, с учетом граничных условий задачи. Там, где этот расчет оказывается слишком сложным, пользуются эмпирическими формулами и определяют соответствующие коэффициенты опытным путем.

Возникновение В. т. во многих случаях нежелательно, потому что они нагревают, по закону Джоуля, проводники. Кроме того они искажают магнитные поля и, по закону Ленца, ослабляют в машинах полезный магнитный поток, создавая необхо-

димость увеличивать соответствующие ампервитки возбуждения. Можно провести аналогию между В. т. и трением. С одной стороны, трением пользуются для целого ряда движений (без трения невозможно ходьба), с другой—трение создает добавочные потери энергии. Так и В. т. ими пользуются для получения во вторичных обмотках машин и трансформаторов полезных токов, но вместе с тем В. т. возникают во всех металлических частях машин и создают добавочные потери. Изучение В. т. тесно связано с изучением вытеснения тока или *скин-эффекта* (см.) в проводниках, т. к. в массивных телах плотность тока распределяется неравномерно, благодаря тому, что энергия электромагнитных волн поглощается по мере проникновения в толщу тела.

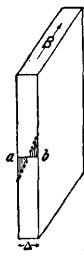
Потери в листовой стали. В железе трансформаторов и электрич. машин пульсирует магнитный поток. Чтобы уменьшить потери от В. т., применяют пакеты, сложенные из тонких листов динамной стали, оклеенных для изоляции бумагой. Магнитные линии проходят параллельно поверхности листов, например в направлении вектора  $\mathbf{B}$  (фиг. 1). Тогда возникает вихревое электрич. поле в направлении, перпендикулярном  $\mathbf{B}$ , при чем плотность электрического тока возрастает при перехождении от середины листа к его поверхности. На фиг. 1 стрелками изображены значения по величине и по направлению плотности тока в различных точках линии  $ab$  (см. *Индукции закон*). Потери на теплоту Джоуля в  $1 \text{ см}^3$  измеряются мощностью  $qj^2$ . Следовательно, для уменьшения этих потерь надо выбирать возможно более тонкие листы. На практике берут листы толщиной  $\Delta$  в 1 мм, 0,5 мм и 0,35 мм и выражают мощность  $V$ , поглощаемую вихревыми токами в 1 кг листовой стали, формулой:

$$V = \sigma \left( \frac{f}{100} \cdot \frac{B}{10000} \right)^2 \text{ W/kg}, \quad (1)$$

где  $f$ —частота,  $B$ —индукция и  $\sigma$ —опытный множитель, зависящий от электрич. сопротивления материала, от толщины листов и от формы кривой, по которой изменяется индукция. Так, например, при толщине листа  $\Delta = 0,5 \text{ мм}$ , для обыкновенной *динамной стали* (см.)  $\sigma = 5,6$ , а для стали с примесью кремния  $\sigma = 1,2$ . При толщине  $\Delta = 0,35 \text{ мм}$ ,  $\sigma$  соответственно = 3,2 и 0,6. При больших частотах или при толстых листах ф-ла (1) нуждается в поправке, потому что вихревые токи деформируют поле, и тогда индукция распространяется по величине и по фазе неравномерно в толще листа. Вводим приведенную толщину листа  $\xi = \alpha \cdot \Delta$ , где

$$\alpha = 2\pi \sqrt{\frac{\mu}{10} \cdot \frac{f}{\rho}} \text{ см}^{-1} \quad (\rho \text{ в } \Omega \text{ мм}^2/\text{м}).$$

Так, напр., при  $\mu = 3000$ ,  $\rho = 0,15 \Omega \text{ мм}^2/\text{м}$ ,  $\Delta = 0,5 \text{ мм}$ ,  $f = 50 \text{ ск}^{-1}$  имеем  $\xi = 0,99$ . Отношение индукции  $B$  в любой точке на расстоянии  $x$  см от средней плоскости листа к индукции  $B_0$  на поверхности определяется по следующей формуле:



Фиг. 1.

$$\frac{B}{B_s} = \sqrt{\frac{\operatorname{ch} \alpha x + \cos 2\alpha x}{\operatorname{ch} \xi + \cos \xi}} \quad (2)$$

На фиг. 2 изображены значения  $\frac{B}{B_s}$  в зависимости от  $x$  при различных значениях  $\xi$ . Горизонтальные линии изображают соответствующие значения отношения  $\frac{B_m}{B_s}$ , где  $B_m$ —среднее значение индукции по толщине листа. При той же самой средней индукции потери от В. т. увеличиваются при больших частотах в отношении

$$k_m = \frac{3}{\xi} \cdot \frac{\operatorname{sh} \xi - \sin \xi}{\operatorname{ch} \xi - \cos \xi} \quad (3)$$

Уже при  $\xi > 3$  можно считать  $k_m \approx \frac{3}{\xi}$ , так что потери в единице объема выражаются формулой:

$$V = \frac{\Delta}{2} \sqrt{\frac{\pi^2 f^2}{\rho l l}} \cdot B_m^2 \text{ W/cm}^3, \quad (4)$$

где  $\Pi = 1,256 \cdot 10^{-1} \text{ } \mu\text{H/cm}$ ,

или 
$$V = \sqrt{\frac{\pi^2 f}{l l^2}} \cdot \frac{B_s^2}{\Delta} \quad (4a)$$

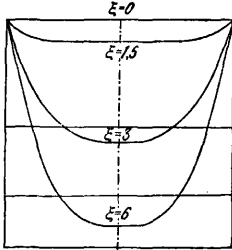
При тех же частотах удобнее относить потери не к единице объема, а к единице поверхности. Тогда, если распределить потери на обе поверхности листа,

$$V_0 = \frac{1}{2} \Delta \cdot V = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi^2 f}{\Pi^2}} \cdot B_s^2 \text{ W/cm}^2. \quad (5)$$

$V_0$  не зависит от толщины листа, потому что почти все В. т. вытеснены на поверхность листа. В этом случае ф-ла (5) применима и к массивному железному цилиндру, в котором пульсирует магнитный поток в осевом направлении.

Приведенные формулы нуждаются еще в поправке, потому что на самом деле проницаемость  $\mu$  зависит от индукции, но эту поправку весьма трудно вычислить. Обычно берут некоторое среднее значение для  $\mu$ . Вторую поправку следует ввести, если колебания индукции происходят не по закону синуса. Тогда кривую колебаний разлагают на отдельные гармонические колебания и вычисляют потери для каждой гармоники в отдельности.

В якоре электрич. машин нельзя считать магнитное поле однородным. При расчете В. т. следует принимать во внимание искривление линий индукции и линий тока.



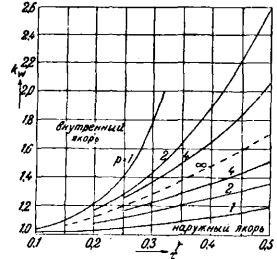
Фиг. 2.

В этом случае потери в якоре от В. т. определяются по формуле:  $Q_{\text{вт}} = k_{\text{вт}} \cdot V \cdot M$ . Здесь  $M$ —масса железа якоря,  $V$ —потери, определяемые по ф-ле (1), где  $f$ —частота перемagnичивания и  $B$ —средняя индукция в якоре. Наконец, поправочный множитель  $k_{\text{вт}}$  зависит от числа полюсов  $p$  и от отношения  $\frac{r}{\tau}$ —радиальной толщины потока к полюсному делению. На фиг. 3 указаны значения  $k_{\text{вт}}$  (вычисленные Рихтером).

Аналогично вычисляются потери от В. т. в зубцах якоря, в полюсных башмаках и т. п. В проводах, расположенных в пазах

электрич. машин, тоже появляются В. т., связанные с вытеснением тока на поверхность проводников. Это обстоятельство также создает увеличение потерь в проводах.

В. т. при коммутации. При перемене режима вихревые токи тоже играют большую роль. Рассмотрим, напริม., простой случай выключения или включения электромагнита с массив. сердечником. Решение таких задач рассматривается в электродинамике (см.). Можно, однако, физически представить себе, что каждое изменение магнитного потока создает В. т., охватывающие этот поток. Явление в к л ю ч е н и я электромагнита можно рассматривать следующим образом. Магнитное поле в сердечнике, к-рое до выключения было постоянным в пространстве и во времени, распадается на ряд отдельных полей, распределенных волнообразно в пространстве, причем каждое поле исчезает со своим коэффициентом затухания. Мы предполагаем, что электромагнит состоит из двух стержней, ярма и притягиваемого якоря. Тогда, если  $\delta$  будет приведенная полная длина воздушного зазора и  $l$  будет активная длина магнитных линий в железе, то, применяя дифференциальные уравнения Максвелла и пренебрегая токами смещения, мы получим для магнитной индукции дифференциальное уравнение:



Фиг. 3.

$$\nabla^2 B = \frac{4\pi}{\rho} \cdot \frac{\Delta}{\delta} \cdot \frac{\partial B}{\partial t} \quad (6)$$

Возьмем для упрощения магнитный стержень прямоугольного сечения. Тогда уравнение (6) принимает вид:

$$\frac{\partial^2 B}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 B}{\partial y^2} = \frac{4\pi}{\rho} \cdot \frac{\Delta}{\delta} \cdot \frac{\partial B}{\partial t} \quad (6a)$$

и может быть проинтегрировано так:

$$B = \sum_{n,m} B_{n,m} \cdot \cos(n \cdot \pi \cdot \frac{x}{a}) \cdot \cos(m \cdot \pi \cdot \frac{y}{b}) \cdot e^{-t \rho_{n,m}} \quad (7)$$

где множитель затухания

$$\rho_{n,m} = \frac{\rho}{4\pi} \cdot \frac{\delta}{\Delta} \left[ \left( \frac{n \cdot \pi}{a} \right)^2 + \left( \frac{m \cdot \pi}{b} \right)^2 \right];$$

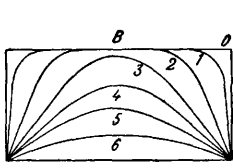
здесь  $n$  и  $m$  могут иметь любые целые значения, а  $B_{n,m}$  зависит от граничных условий; так, например, если до выключения поле  $B_0$  было постоянным в пространстве и во времени, то

$$B_{n,m} = \pm \left( \frac{4}{\pi} \right)^2 \cdot \frac{B_0}{n \cdot m}, \text{ и в частности } B_{1,1} = \left( \frac{4}{\pi} \right)^2 B_0.$$

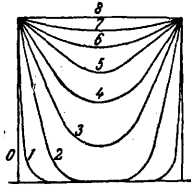
Высшие гармоники  $B_{n,m}$  очень быстро уменьшаются с возрастанием порядкового номера, и мы должны учитывать главным образом основную волну; ее амплитуда на 62% больше первоначального постоянного поля  $B_0$ . Фиг. 4 показывает распределение индукции в магнитном стержне для различных моментов времени. Мы видим, что в середине магнита поле остается дольше всего. При в к л ю ч е н и и, наоборот, поле только постепенно проникает внутрь

магнита, как видно из фиг. 5, дающей распределение индукции в магнитном стержне для различных моментов времени.

Полезные применения. В. т. применяются для торможения, когда, например,



Фиг. 4.



Фиг. 5.

электромагнит помещают против скользящей или вращающейся ферромагнитной детали. Т. о. выполняют электромагнитное успокоение измерительных приборов, электромагнитное торможение двигателей. В. т. применяются также в металлургических печах большой частоты, для нагревания руды. Наконец, В. т. применяются и в двигателях, напр. в предложенном К. И. Шенфером асинхронном двигателе, якорь которого состоит из массивного железного цилиндра.

Лит.: Круг К. А., Основы электротехники, Москва, 1926; Richtе R., Elektrische Maschinen, В. 1, В., 1924 (в лит. указателе перечислен ряд монографий по В. т.); R ü d e n b e r g R., Elektr. Schaltungsvorgänge usw., 2 Aufl., В., 1926. Я. Шпилерйн.

**ВИЦА**, тонкий гибкий хворост, преимущественно ивовый, служащий для перевязки фашинных канатов и *фашин* (см.). На вицу идет молодяк (1—2 г.) ивы различных видов, свежесрубленный или хранящийся в воде. Перед употреблением в дело вицу несколько перекручивают, затем ею перевязывают канат так, чтобы вица обхватывала канат не менее трех раз, и конец заправляют под перехват. Лучше перед скручиванием В. распаривать, укладывая их в пепел костра, отчего они делаются более гибкими. За один прием распаривают столько В., сколько необходимо, чтобы израсходовать их до остывания. Для сохранения теплыми В. после распаривания заворачивают в рождоку. В. заготавливают толщиной в комле  $\approx 1,3$  см при длине 1,5 м. Канаты, по Урочному Положению, должны перевязываться В. не реже, чем через 20 см.

Лит.: Акулов К., Бриллиг Е. и Марцелли М., Куре внутренн. водных сообщений, т. 1, М.—Л., 1927; Водарский Е. А., Хворостные работы, хворостные выправительн. и берегоукрепительн. сооружения на реке Волге, СПб., 1913. К. Акулов.

**ВИШНЕВАЯ ЭССЕНЦИЯ**, продукт, полученный путем смешения натуральных или искусственных эфирных масел и душистых веществ с этиловым спиртом, имеющий запах вишни. Обычно содержание пахучих веществ в В. э. колеблется от 3 до 10—12%, в зависимости от назначения ее и от качества входящих компонентов. Из натуральных масел для приготовления В. э. применяют г. о. масло горького миндаля и лавровишневое масло; из искусственных—бензальдегид, уксусноэтиловый и бензойноэтиловый эфиры.

**ВИШНЕВЫЙ КЛЕЙ**, камедь плодовых деревьев сем. Amygdalaceae (вишневого, сливового, персикового деревьев); выступает (без

искусственного повреждения) летом на стволах деревьев в виде желтой-коричневых, прозрачных комьев неправильной формы; главная его составная часть церазин (метарабиноза). В. к. мало растворим в воде, имеет незначительное технич. применение, почти исключительно в ситпечатании. См. Камеди.

**ВИШНЯ**, дерево и местами кустарник, из семейства розоцветных (Rosaceae). Чаще всего встречается вид *Prunus cerasus* L., кислая В. Листья—эллиптические мелкодвоякозубчатые. Цветы—белые, редко розоватые, развиваются неполными зонтиками из боковых почек. Плоды—шаровидные костянки. В. развивает обширную поверхностную корневую систему и легко размножается корневой порослью. Северная граница распространения В. приблизительно соответствует сентябрьской изотерме 11°. В. широко распространена в крестьянских хозяйствах на усадьбах, где она при самом примитивном уходе дает удовлетворительный урожай и где культура ее имеет по преимуществу потребительское значение. Местами, главн. обр. на Украине и в некоторых губерниях РСФСР, культура В. играет заметную роль в экономике крестьянского хозяйства. Промышленное разведение В. имеет место во Владимирской и Курской губерниях. Однако вследствие малой прочности плодов В. и непригодности их для продолжительного хранения в свежем виде культура В. имеет ограниченное промышленное значение. С развитием техники переработки плодов и применения их для сушки, варки варенья, маринования, а также для виноделия и водочного производства, промышленное значение В. должно значительно возрасти. [Из плодов разновидности В. (*Pr. magasca*) готовят ликер мараскин.] В культуре различают В. с красящим соком—морели и с бесцветным соком—аморели. Сорты вишни, наиболее распространенные в СССР: владимирская, шубинка, любская, воробьевская, шпанка, анадольская, остгеймская, стекловидная, королевская, аморель «Большой Габет», английская ранняя и др. Состав плодов владимирской В. (по Церевитинову): 84,9% воды, 9,9% инвертированного сахара, 0,47% сахарозы, 0,8% кислоты (гл. обр. яблочной), 0,23% дубильных веществ, 1,2% азотистых веществ, 0,57% минеральных веществ. Другие сорта кислых В. имеют относительно большой % кислоты (1,5—2,0%). Древесина В. желтоватого или буроватого цвета, отличается большой твердостью и идет на мелкие столярные поделки; уд. вес 0,64. Древесина душистой В. (*Pr. Mahaleb*) идет на приготовление чубуков для трубок. Наросты и корневые узлы ценятся токарями.

Лит.: Гинценберг А. А., Вишня и ее промышленная культура, П., 1915; Шредер Р. И., Русский огород, питомник и плодовый сад, 9 изд., СПб., 1909; Кичунов Н. И., Наши плодовые деревья, Петербург, 1905; Керн Э., Деревья и кустарники, Ленинград—Москва, 1925.

**ВКЛАДЫШИ**, см. Подшипники.

**ВКЛЮЧЕНИЯ**, минерал или группа минералов, вросших в виде случайных неделимых в горную породу или в отдельные минералы. Кристаллы при рудных В. достигают иногда больших размеров: таковы В.

магнетита и ильменита в гранитах, платины в хромитах и оливинах, самородного золота в кварце и т. п. В отдельных минералах часто наблюдаются В. воды (в каменной соли, в гипсе), жидкой углекислоты (в аметистах). В. рутила и актинолита в горном хрустале носят особые названия: «волосатик», «волосы Венеры» и т. д.

**ВКРАПЛЕННИКИ И ВКРАПЛЕННЫЕ РУДЫ**, см. *Руды*.

**ВЛАЖНОСТЬ**, см. *Справочник физ., хим. и технолог. величин, т. 1.*

**ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА.** Атмосферный воздух всегда содержит в себе водяные пары, и притом обыкновенно в меньшем количестве, чем он мог бы заключать в себе соответственно его  $t^\circ$ . Но если при той же  $t^\circ$  в воздухе будут постепенно прибавляться новые количества паров вследствие испарения воды или же если при том же количестве паров  $t^\circ$  станет понижаться, то в обоих случаях через нек-рое время может наступить насыщение воздуха водяными парами. При дальнейшем прибавлении паров или понижении  $t^\circ$  образуется уже туман, при чем излишек воды выделяется в виде мелких капель. Каждой  $t^\circ$  соответствует определенное наибольшее количество водяных паров, быстро возрастающее с повышением  $t^\circ$ ; при этом заключающиеся в воздухе пары обладают и наибольшей упругостью, называемой упругостью насыщения. Т. к. пары, насыщающие пространство, следуют приблизительно закону Мариотта-Гей-Люссака, то количество водяных паров во влажном воздухе при тем-ре  $t$ , барометрич. давлении  $B$  и при упругости их  $e$  м. б. легко вычислено. 1 л сухого воздуха при 760 мм давления и  $0^\circ$  весит 1 293 мг. Поэтому при  $B$  мм и температуре  $t$  он весит  $\left(\frac{1293 B}{(1 + \alpha t)}\right)$  мг, при чем  $\alpha = \frac{1}{273} = 0,003665$  — коэффициент расширения газов. При тех же объеме и давлении и при той же тем-ре вес водяного пара составляет 0,622 от веса сухого воздуха. Поэтому в 1 л влажного воздуха вес водяных паров при соответствующей им упругости  $e$  равняется:

$$\frac{1293}{1 + \alpha t} \cdot \frac{e}{760} \cdot 0,622 = \frac{1,0582}{1 + \alpha t} e \text{ мг.}$$

Содержание водяных паров в воздухе измеряется в метеорологии не посредством веса, а помощью упругости  $e$  водяного пара, выраженной в мм высоты ртутного столба. Такую упругость водяного пара называют абсолютной влажностью. Так как коэфф. при  $e$  в предыдущем выражении мало отличается от единицы, то числа для абсолютной влажности в мм и для веса водяных паров в 1 л в мг почти (совершенно случайно) одинаковы. Приведенная ниже таблица показывает упругость и вес для насыщающих воздух водяных паров.

Дефицитом или недостатком называется разность между действительной абсолютной влажностью и наибольшей упругостью пара при тем-ре воздуха, тогда как относительной влажностью в метеорологии называется отношение абсолютной влажности к наибольшей упругости и выражается обыкновен-

Упругость и вес водяных паров.

Температура	Упру-гость вод. пар. в вы-соте ртут. столба	Вес 1 л водяного пара	Температура	Упру-гость вод. пар. в вы-соте ртут. столба	Вес 1 л водяного пара
$^\circ\text{C}$	мм	мг	$^\circ\text{C}$	мм	мг
-10	2,15	2,36	+13	11,14	11,25
9	2,33	2,55	14	11,88	11,96
8	2,51	2,74	15	12,67	12,71
7	2,72	2,95	16	13,51	13,50
6	2,83	3,17	17	14,40	14,34
5	3,16	3,41	18	15,33	15,22
4	3,41	3,66	19	16,32	16,14
3	3,67	3,93	+20	17,36	17,12
2	3,95	4,21	21	18,47	18,14
-1	4,25	4,51	22	19,63	19,22
0	4,57	4,84	23	20,86	20,35
+1	4,91	5,18	24	22,15	21,54
2	5,27	5,54	25	23,52	22,80
3	5,66	5,92	26	24,96	24,11
4	6,07	6,33	27	26,47	25,49
5	6,51	6,76	28	28,07	26,93
6	6,97	7,22	29	29,74	28,45
7	7,47	7,70	+30	31,51	30,04
8	7,99	8,22	31	33,37	31,70
9	8,55	8,76	32	35,32	33,45
+10	9,14	9,33	33	37,37	35,27
11	9,77	9,93	34	39,52	37,18
12	10,43	10,57	35	41,78	39,18

но в процентах. Если, напр., при  $20^\circ$  абсолютная влажность воздуха равна 10,2 мм, то недостаток насыщения составит 7,16 мм, а относительная влажность воздуха — 59%. В. Бецольд ввел в метеорологию термин удельная влажность, обозначающий, сколько кг воды заключается в 1 кг влажного воздуха; удельная влажность вычисляется по формуле 0,622e : (B - 0,378e), в к-рой  $B$  и  $e$  имеют прежнее значение.

Лит.: К л о с с о в с к и й А. В., Основы метеорологии, Одесса, 1918; В о е й к о в А. И., Метеорология, Петербург, 1903—04.

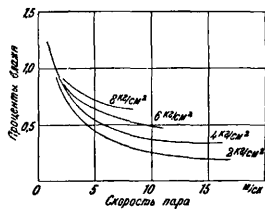
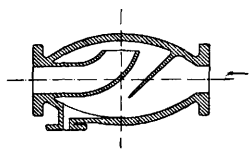
**ВЛАЖНОСТЬ ПАРА**, отношение содержащейся в паре воды к общему количеству смеси пара и воды (см. *Пар*). В. п. в котлах зависит от целого ряда причин, которые до сих пор не вполне выяснены. Повидимому, большое влияние имеет способ выделения пара с поверхности воды. В тех котлах, в которых пар выделяется бурно с небольшой поверхности, пар бывает более влажным. Таков, наприм., случай горизонтальных водотрубных котлов, где главное количество пара образуется в трубах и выделяется через горловину передней камеры. Сильное влияние на В. п. оказывает чистота воды в котле. Если вода загрязнена, то на ее поверхности может образоваться пена, к-рая, будучи унесена в паропровод, служит причиной большой В. п. С форсировкой котла меняется и В. п. В некоторых конструкциях котлов увеличение напряженности их работы до известного предела вызывает даже бросание воды в паропровод.

Отделение воды от пара в паропроводе не представляет затруднений. Если пар движется со скоростью ок. 15 м/сек и быстрее, то большинство водоотделителей осушают его до 1% содержания воды, даже в том случае, если до водоотделителя он был очень влажен. Это было доказано опытами Зентнера. Фиг. 1 представляет один из обычных типов водоотделителей, работающих по принципу отделения воды центробежной силой, и



диаграмму осушки пара, прошедшего через этот водоотделитель, по опытам Зентнера.

Для того, чтобы котел давал сухой пар, следует вывод пара из котла помещать

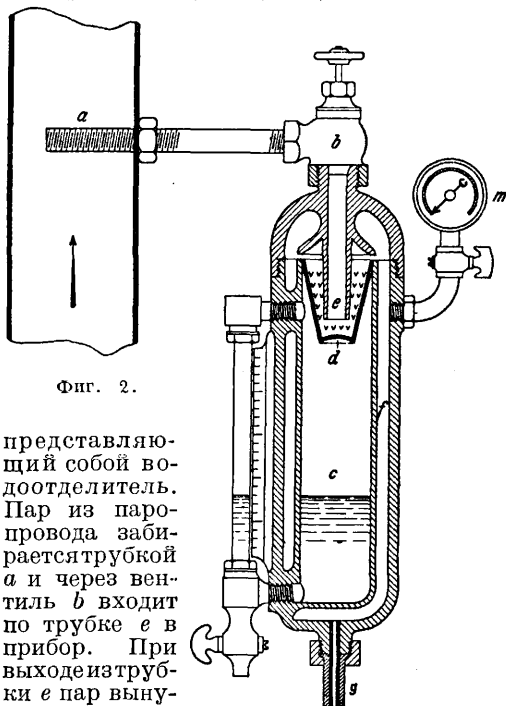


Фиг. 1.

возможно дальше от места выделения его с поверхности воды. В послед. время конструкторы котлов начали с больш. успехом помещать внутри котлов настоящие водоотделители. Из русских конструкций можно указать на подобные конструкции К. В. Кирша, М. С. Горфинкеля и другие.

При испытании паровых котлов, работающих насыщенным паром, необходимо для вычисления кпд

определить степень влажности пара. Для определения влажности пара было предложено очень много приборов, основанных на механическом отделении воды, на перегреве пара путем его мятая или путем нагревания электрическим током и т. п. Наиболее распространен калориметр Карпентера (фиг. 2),

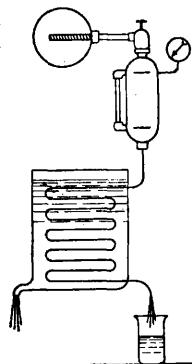


Фиг. 2.

представляющий собой водоотделитель. Пар из паропровода забирается трубкой *a* и через вентиль *b* входит по трубке *e* в прибор. При выходе из трубки *e* пар вынужден сделать крутой поворот и переходит через щель в верхней части калориметра в наружную рубашку *f*, откуда удаляется по трубке *g*. При этом повороте центробежная сила отделяет воду от пара и бросает ее через сито *d* в камеру *c*. Количество воды, отделенное в калориметре за некоторое время, определяется по повышению уровня в водном стекле. Количество пара за это же

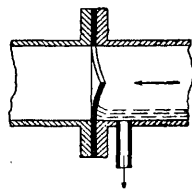
время можно найти, конденсируя выходящий из прибора пар в небольшом поверхностном конденсаторе (фиг. 3) или, более грубо, по манометру *m* (фиг. 2), показания которого проградуированы по расходу пара. Калориметр Карпентера не отделяет около 0,5% воды из пара и поэтому не является точным прибором.

Многочисленные исследования Джекобуса, Дентона, Унвина и друг. америк. исследователей показали, что в зависимости от того, как будет загнута заборная трубка *a* (фиг. 2) в паропроводе (вверх или вниз, навстречу пару или же в сторону его движения) влажность заборной трубки через нее пробы пара получается различной. Поэтому способ определения В. п. по заборной из него через заборную трубку пробе является неточным. Причина этого кроется в том, что около 90% воды, примешанной к пару, движется в горизонтальных участках по дну паропровода. В плоскости сечения паропровода влажность пара увеличивается от центра сечения к его периферии. Попытки устанавливать в паропроводе смесители не дали положительных результатов: достаточно было пару пройти несколько метров, чтобы большая часть воды снова отделилась и двигалась по дну паропровода. Поэтому Зентнер предложил во время опытов определять влажность пара по количеству воды, отделенной



Фиг. 3.

от всего пара водоотделителем, помещенным в паропроводе. Он предложил простую конструкцию слегка деформированной шайбы с эксцентрическим отверстием (фиг. 4); такое устройство отделяет воду от пара не хуже водоотделителя.



Фиг. 4.

Лит.: Ломшаков А. С., Испытание паровых котлов, СПб, 1913; Sendtner A., «Mittel über Forschungsarbeiten usw.», Н. 98—99, В. 1911; Carpenter, Jacobus, Denton and Peabody, «Transactions of the Amer. Soc. of Mech. Engineers», N. Y., 1895—96.

М. Кирпичев.

**ВНЕШНИЕ И ВНУТРЕННИЕ СИЛЫ.** В механике внешними силами по отношению к данной системе материальных точек (т. е. такой совокупности материальных точек, в которой движение каждой точки зависит от положений или движений всех остальных точек) называются те силы, которые представляют собою действие на эту систему других тел (других систем материальных точек), не включенных нами в состав данной системы. Внутренними силами являются силы взаимодействия между отдельными материальными точками данной системы. Подразделение сил на внешние и внутренние является совершенно условным: при изменении заданного состава системы некоторые силы, ранее бывшие внешними, могут стать внутренними, и наоборот. Так, например, при рассмотрении

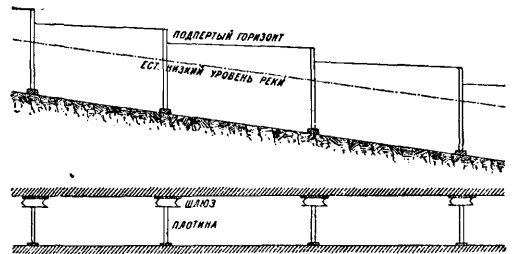
движения системы, состоящей из земли и ее спутника луны, силы взаимодействия между этими телами будут внутренними силами для этой системы, а силы притяжения солнца, остальных планет, их спутников и всех звезд будут внешними силами по отношению к указанной системе. Но если изменить состав системы и рассматривать движение солнца и всех планет как движение одной общей системы, то внешн. силами будут только силы притяжений, оказываемых звездами; все же силы взаимодействия между планетами, их спутниками и солнцем становятся для этой системы силами внутренними. Точно так же, если при движении паровоза выделим поршень парового цилиндра как отдельную систему материальных точек, подлежащую нашему рассмотрению, то давление пара на поршень по отношению к нему явится внешней силой, и то же давление пара будет одной из внутренних сил, если будем рассматривать движение всего паровоза в целом; в этом случае внешними силами по отношению ко всему паровозу, принятому за одну систему, будут: трение между рельсами и колесами паровоза, сила тяжести паровоза, реакция рельсов и сопротивление воздуха; внутренними силами будут все силы взаимодействия между частями паровоза, напр. силы взаимодействия между паром и поршнем цилиндра, между ползунком и его параллелями, между шатуном и пальцем кривошипа, и т. п. Как видим, по существу нет различия между внешними и внутренними силами, относительное же различие между ними определяется лишь в зависимости от того, какие тела мы включаем в рассматриваемую систему и какие считаем не входящими в состав системы. Однако указанное относительное различие сил имеет весьма существенное значение при исследовании движения данной системы; по третьему закону Ньютона (о равенстве действия и противодействия), внутренние силы взаимодействия между каждыми двумя материальными точками системы равны по величине и направлены по одной и той же прямой в противоположные стороны; благодаря этому при разрешении различных вопросов о движении системы материальных точек возможно исключить все внутренние силы из уравнений движения системы и тем самым сделать возможным самое исследование о движении всей системы. Этот метод исключения внутренних, в большинстве случаев неизвестных, сил связи имеет существенное значение при выводах различных законов механики системы.

Лит.: Курсы теоретической механики (отдел механики системы) Сомова, Бобылева, Апшеля, Сулова и других авторов; Кирпичев В. Л., Беседы о механике, СПб, 1907. А. Яшнов.

**ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ РАБОТА**, см. Работа.

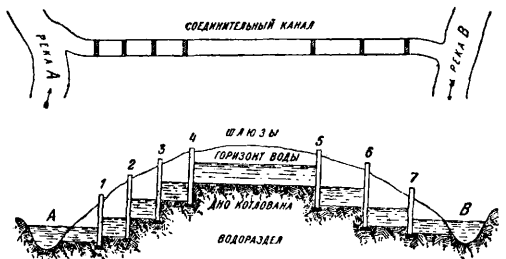
**ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ**, см. Вязкость.  
**ВНУТРЕННИЕ ВОДНЫЕ ПУТИ**, реки, каналы и озера, пригодные для грузового и пассажирского движения. В. в. п. бывает естественные и искусственные; к последним относятся каналы (см.) и реки, приведенные в судоходное состояние при помощи специальных сооружений. Реками как путями со-

общения человечество пользуется с древнейших времен. Естественные препятствия для судоходства, как-то: пороги, перекаты, мелководье и даже *водоразделы* (см.) между бассейнами соседних рек, преодолевались или перегрузкой товаров на плоты или вытягиванием судов на сушу и тягой их волоком в обход препятствий. Такими водными путями были в древней Руси: путь «из варяг в греки», от Балтийского до Черного моря; в Московский период — путь от Волги до Балтийского моря через водораздел между рр. Тверцою и Цною длиной в 11 км (отсюда — наименование города «Вышний Волочок»). Развитие искусственных водных путей начинается с середины 15 века, когда инженером ди-Моденом был построен *камерный шлюз* (см.) для проводки судов из одного канала в другой при разности горизонтов воды в них в 3 м. Применение камерных шлюзов для судоходства позволяет разбить несудоходную реку водонапорными плотинами на ряд ступенчатых участков с различными горизонтами воды и достаточными глубинами и при помощи расположенных в плотинах шлюзов перевести суда из одного участка в другой. Схема такой канализованной реки приведена на фиг. 1.



Фиг. 1.

Применение шлюзов позволяет также соединять судоходными каналами через водоразделы две реки, что видно из фиг. 2. Дальнейший толчок к развитию искусственных водных путей дало изобретение в начале 19 в. разборчатой *плотины Пуаре* (см.). Применение плотины этого типа позволяет



Фиг. 2.

в широких пределах регулировать горизонты воды в реке и тем создавать необходимые для судоходства условия. Для создания на реках наиболее благоприятных для судоходства условий без коренного изменения их естественного режима применяется регулирование или *вытравление рек* (см.) путем системы гидротехнич. сооружений (береговое укрепление, дамбы, буны, запруды и др.) или поддержания необходимой глубины

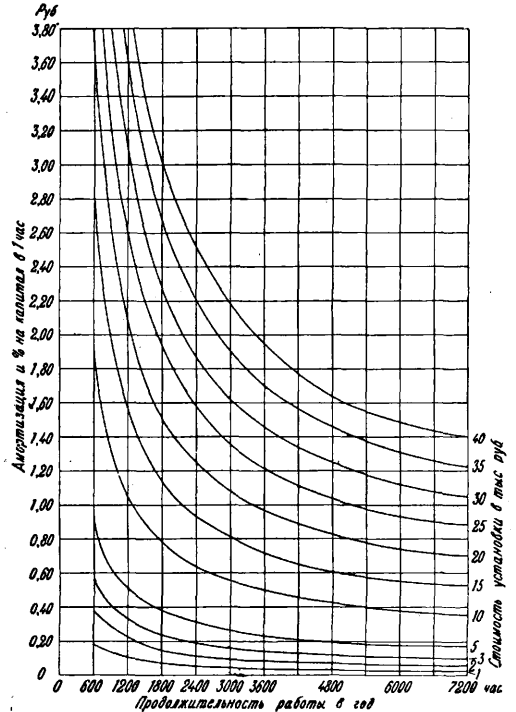
фарватера землечерпанием (см.). Вследствие дешевизны водного транспорта В. в. п. имеют большое значение для народного хозяйства и в наиболее промышленно развитых странах искусственные водные пути получили широкое распространение. Так, в Бельгии и Франции искусственные водные пути составляют ок.  $\frac{2}{3}$  общего протяжения всех В. в. п., в Германии — ок.  $\frac{1}{3}$ . А. Эссен.

**ВНУТРИЗАВОДСКИЙ ТРАНСПОРТ** имеет задачей обслуживать в отношении транспорта складские помещения промышленных предприятий (доставка топлива, сырья и полуфабрикатов со склада на место потребления), поддерживать правильное сообщение между цехами и мастерскими, а также внутри их, и производить перевозку готовых изделий из мастерских на склады.

В основе правильной организации В. т. должен лежать постоянный правильный поток сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, имеющий определенное направление по предприятию и приспособленный к целям производства. Перерыв в доставке материалов со складов в мастерские вызывает нарушение хода производства. С другой стороны, правильно организованный поток сырья, полуфабрикатов и готовых изделий из склада в мастерские и обратно влияет на быстроту оборота капитала, уменьшая заготоваривание, и тем самым делает вложенный в предприятие капитал более производительным или, вернее, уменьшает размер необходимого оборотного капитала. В. т., освобождая квалифицированный производственный персонал от работы по передвижению материалов и полуфабрикатов, тем самым содействует рационализации труда и увеличению его производительности. Но чтобы В. т. работал без перебоев и, следовательно, без потерь, он д. б. организован в виде законченной части всего заводского хозяйства, на больших предприятиях руководимой и регулируемой особым органом. На обязанности этого органа должны лежать: 1) регулирование службы транспорта в смысле планомерного распределения его и наблюдения за ним; 2) содержание в порядке и испытание существующих транспортных приспособлений; 3) прием и испытание новых; 4) учет стоимости В. т. Организация В. т. должна быть такова, чтобы он не мешал прочему передвижению по заводу и чтобы перевозимые части все время двигались в одном направлении, соответственно ходу производства.

Составление плана В. т. для вновь строящихся предприятий не представляет особых трудностей. Разработанный план работ вместе с подробными нормами времени каждой производственной операции позволяет определить количество станков, их расположение и размер, расположение мастерских, а следовательно, и план передвижения производственных грузов. При организации В. т. на старых предприятиях приходится считаться с существующим расположением мастерских и станков, но иногда расходы по радикальной перепланировке всего предприятия или отдельных мастерских вполне окупаются повышением производительности вследствие рационализации В. т.

Выбор тех или других средств В. т. — процесс очень сложный. На выбор влияют не только стоимость установки и эксплуатации транспортера, но и степень его пригодности для данного производства, а равно и свойства перевозимого груза: уд. в.,  $t^\circ$ , размеры, физическ. состояние, форма и т. д. При составлении сметы на установку В. т. можно руководствоваться кривыми (фиг. 1), дающими



Фиг. 1.

размер амортизации и процентов на капитал на 1 час работы в зависимости от стоимости установки и от числа рабочих часов в год. Эти кривые составлены согласно Ф-ле Аумунда, выведенной им из многочисленных наблюдений в предположении, что установка амортизируется в 10 лет и что % на капитал составляют в СССР 10 годовых. Если при составлении проекта В. т. устанавливается срок амортизации  $>$  или  $<$  10 лет, то искомые величины по тем же кривым получаются путем интерполирования. Что касается общей стоимости эксплуатации В. т., то при составлении сметы можно руководствоваться помещенной здесь табл., дающей стоимость (в коп.) 1 т/м для разных способов перемещения применительно к данным Аумунда (см. табл. на ст. 793).

Средства В. т. бывают: I — периодические, работающие с перерывами, или II — непрерывно действующие. В зависимости от направления перемещения грузов В. т. делится на: А — горизонтальный или с небольшим наклоном, Б — вертикальный или с большим наклоном и В — смешанный, когда груз перемещается последовательно в горизонтальном и вертикальном направлениях. По движущей силе В. т. бывает ручным или

Таблица стоимости транспортирования 1 т/м в коп.

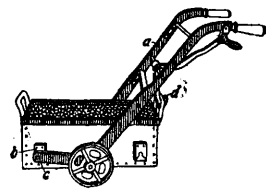
Длина пути в м	Проводит. в т/ч	Транспортные средства											
		периодические						непрерывные					
		ручные			электрич.			канатные			электрические		
		тачки	узко-колейки	подвесн. дороги	узко-колейки	подвесн. дороги	узко-колейки	подвесн. дороги	сережки	шпены	ленты	нории	
15	2	1,040	1,010	1,070	—	1,430	—	—	—	0,367	—	—	
»	5	0,410	0,406	0,426	—	0,573	—	—	—	0,253	—	—	
»	10	0,210	0,203	0,213	—	0,286	—	—	0,227	0,193	0,247	—	
»	25	—	0,090	0,085	—	0,115	—	—	0,125	0,130	0,130	—	
»	50	—	—	0,042	—	0,108	—	—	0,081	0,100	0,081	0,110	
»	100	—	—	—	—	0,058	—	—	0,061	—	0,049	0,060	
25	2	0,630	0,614	0,660	—	0,900	—	—	—	0,280	—	—	
»	5	0,250	0,246	0,265	—	0,360	—	—	—	0,216	—	—	
»	10	0,160	0,123	0,132	0,320	0,184	—	—	0,172	0,156	0,168	—	
»	25	—	0,049	0,053	0,130	0,074	—	—	0,096	0,120	0,086	—	
»	50	—	—	0,033	0,067	0,066	—	—	0,065	0,098	0,057	0,086	
»	100	—	—	—	0,035	0,037	—	—	0,049	—	0,035	0,046	
50	2	0,340	0,318	0,350	—	0,490	—	—	—	0,230	—	—	
»	5	0,160	0,128	0,140	—	0,200	0,360	—	—	0,184	—	—	
»	10	0,160	0,064	0,070	0,172	0,104	0,166	0,180	0,126	0,134	0,113	—	
»	25	—	0,042	0,034	0,070	0,042	0,067	0,073	0,075	0,111	0,049	—	
»	50	—	—	0,031	0,036	0,037	0,046	0,050	0,053	0,096	0,037	0,061	
»	100	—	—	—	0,019	0,023	0,029	0,034	0,041	—	0,024	0,036	
100	2	0,190	0,097	0,205	—	0,360	—	—	—	0,200	—	—	
»	5	0,160	0,049	0,082	—	0,125	—	0,192	—	0,172	—	—	
»	10	0,160	0,044	0,041	0,095	0,063	0,083	0,097	0,105	0,127	0,082	—	
»	25	—	0,042	0,034	0,039	0,028	0,036	0,040	0,060	0,109	0,043	—	
»	50	—	—	0,033	0,021	0,027	0,026	0,027	0,047	0,096	0,028	0,056	
»	100	—	—	—	0,012	0,018	0,016	0,019	0,039	—	0,017	0,031	
200	2	0,190	0,097	0,130	—	0,215	—	—	—	—	—	—	
»	5	0,160	0,049	0,059	—	0,087	—	0,110	—	—	—	—	
»	10	0,160	0,044	0,040	0,056	0,044	0,051	0,055	—	—	0,069	—	
»	25	—	0,041	0,033	0,023	0,028	0,023	0,024	—	—	0,032	—	
»	50	—	—	0,033	0,013	0,022	0,015	0,016	—	—	0,024	0,051	
»	100	—	—	—	0,008	0,015	0,010	0,012	—	—	0,016	0,028	

механическим. Ручные способы неэкономны и применяются лишь для перемещения небольших тяжестей и на короткое расстояние. Все виды внутризаводского транспорта должны иметь приспособления для погрузки и разгрузки, составляющие существенную часть самого транспорта.

### 1. Транспортные средства, действующие периодически.

**А. Средства горизонтального или слегка наклонного перемещения.** 1) Безрельсовое перемещение при помощи всевозможных тачек, тележек и вагонеток для тяжестей до 2 т. Главные достоинства его: независимость от места, большая подвижность, невысокая заготовительная стоимость. Но безрельсовое перемещение требует ровного и гладкого пола, в виду чего безрельсовый транспорт применяется преимущественно внутри мастерских. Безрельсовые тележки выгодны лишь тогда,

когда их может вести один рабочий, в виду чего требуется, чтобы они были небольшого веса и чтобы ими легко было управлять. Рекомендуется погрузку и разгрузку отделить от перевозки и конструировать тележки со съемным кузовом. На фиг. 2 представлена тачка с погрузочным ящиком системы Кривера в Дрездене, значительно облегчающая труд перевозчика. Перевозчик, манипу-



Фиг. 2.

лируя ручками *a*, подхватывает рычагом *c* выступ *b* на ящике и поднимает передний конец ящика; опуская затем ручки, он захватывает крючком *d* скобку ящика и приподнимает заднюю его часть. Погрузка ящика на тачку и разгрузка его требуют очень мало времени, рабочий при этом стоит в нормальном положении. В Америке находят все более широкое распространение тележки с подъемной платформой. Грузовые ящики ставят на подмости, под которые может подойти тележка. Опустив дышло, рабочий при помощи рычага поднимает платформу, а вместе с ней и ящик, и, закрепив ее в этом положении, освобождает дышло. На месте разгрузки имеются такие же подмости, на которые рабочий при помощи троса медленно опускает ящик, после чего тележка освобождается для новой операции. Тележки строятся на грузы в 500,

750 и 1 000 кг; подъемный механизм устроен так, что один рабочий может без усилий поднять полный груз в 1 000 кг. Число тележек определяется из расчета; одна тележка на 50—100 грузовых ящиков; ящикам придают разнообраз. формы, соответствующие перевозимым предметам. Для тележек с грузоподъемностью больше 1,5 т применяют гидравлические подъемники, при чем, когда платформа достигает своего высшего положения, гидравлический цилиндр выключается. Опускание ящика тормозится гидравлическим клапаном. Для перемещения груза на большие расстояния применяют тележки с электромотором и аккумулятором. Управление такой тележкой настолько просто, что необученный рабочий может вполне освоиться с ним в течение нескольких часов. Электрические тележки снабжаются иногда съемными или опрокидывающимися кузовами. Иногда же на такую тележку устанавливают поворотный кран соответствующей грузоподъемности и с небольшим вылетом. Для перевозки громоздких грузов применяют электрические аккумуляторные поезда, состоящие из ведущей тележки и одной или двух прицепных платформ, кузова которых иногда делают съемными; в этом случае они могут быть снимаемы вместе с грузом при помощи подъемников и заменяемы другими.

2) Рельсовые пути. Для внутризаводского транспорта применяются обыкновенные ширококолейные или узкоколейные жел. дороги. Но внутри заводского двора не всегда удобно пользоваться паровой тягой, в особенности, если тут же находятся

горючие материалы, поэтому во В. т. часто применяют для тяги вагонов электровозы и тепловозы. В небольших и средних предприятиях для тяги вагонов применяются электрич. *шпильи* (см.) с проволочным канатом. Для обратного хода вагонов канат перебрасывают через блок. Для тяги свыше 1 000 кг применяют двуступенчатые шпильи. Для передвижения вагонов на большое расстояние применяют электрич. лебедки с канатом длиной до 400 м. Лебедка с силой тяги в 2 000 кг в состоянии передвигать 8 полногрузных 15-т вагонов, т. е. 120 т полезного груза. Внутри мастерских цепной или канатной тяги для ж.-д. вагонов не применяют. Вообще канатная тяга применяется только для больших расстояний. Для разгрузки вагонов, кроме откидных стенок или откидного дна, применяются специальные опрокидыватели. Одно из таких приспособлений состоит в том, что груженный вагон везжает на раму, состоящую из двух вращающихся на роликах вокруг горизонтальной оси кругов. Круги захватывают вагон и опрокидывают его над ямой. Другое приспособление для непрерывного опоражнивания ж.-д. вагонов состоит в том, что вагон загоняется в рельсовую петлю, в к-рой его подхватывает бесконечная цепь и увлечает на барабан, где она опрокидывается. Саморазгружающиеся вагоны применяются только для сыпучего материала.

Подвесные дороги имеют перед нормальной ж. д. следующие преимущества: рельсы не подвержены загрязнению и повреждению; дорога не препятствует работе и движению по земле; подвесную дорогу легко приспособить к условиям мастерских; по сравнению с узкоколейкой она поглощает меньше энергии. В простейших случаях, в частности внутри мастерских, устраивают подвесные дороги с ручным перемещением тележки, для чего рельсы подвешивают на такой высоте, чтобы рабочий мог рукой двигать тележку. Если оси последней снабжены шариковыми подшипниками, то один рабочий может передвигать без напряжения груз в 2 т. Для перемещения массовых грузов подвесные дороги почти не применяются, так как их скорость сравнительно невелика. Воздушная дорога с 1 или 2 канатами применяется только для длинных путей в пересеченной местности. Внутри мастерских их устраивают редко. См. *Подвесные дороги*.

#### Б. Средства вертикального перемещения.

1) *Домкраты* (см.) служат для поднятия тяжестей на небольшие высоты, преимущественно для монтажных работ. Домкраты бывают: а) с зубчатой рейкой—для компактных и сравнительно легких деталей, грузоподъемность до 1,5—2 т, подъем 30—80 см, приводятся в движение при помощи кривошипа вручную; б) винтовые—грузоподъемность 5—20 т, подъем 24—37 см, приводятся в движение помощью трещетки, кпд не более 30—40%; в) гидравлические—для грузов весом до 200 т, применяются преимущественно для установки тяжелых деталей на станки, приводятся в движение ручными насосами, подъем 18—50 см, коэфф. полезного действия 60—70%.

2) *Тали* (см.) бывают: а) ручные червячные—с подъемной силой 0,3—1,5 т, подъем 3—6 м, кпд 55—65%, удобный, надежный в работе и дешевый способ поднятия грузов; б) ручные с цилиндрической зубчаткой—кпд 70—80%, дают более быстрый подъем и спуск грузов, мощность 0,25—5 и даже 10 т; в) электрические—несмотря на дороговизну установки все более вытесняют ручные; г) пневматические—применяемые для грузов в 3 т и выше, обходятся дорого и применяются лишь там, где расход сжатого воздуха не играет роли.

3) Лебедки всякого рода играют в В. т. второстепенную роль. Там, где имеются пневматич. приспособления,—применяются пневматич. лебедки (см. *Лебедки*).

4) *Подъемники* (см.) преимущественно с электрической тягой. Ручные подъемники с тяговым колесом и пеньковым канатом применяются мало. Гидравлические и пневматические подъемники применяются лишь там, где имеется готовая гидравлическая или пневматическая установка. Вблизи трансмиссионных валов устраивают подъемники, приводимые в движение от трансмиссии при помощи ремня.

**В. Средства смешанного перемещения.** Сюда относятся преимущественно передвижные подъемники и краны или горизонтальные средства перемещения, к которым приспособляется подъемный механизм. На складах для установок больших ящиков, тюков, бочек и т. д. применяются обыкновенно электрические тали, установленные на подвижной тележке с ручной тягой. В мастерских их употребляют для монтировки верхних приводов.

*Краны* (см.) В. т. разделяются на краны наружной службы и краны внутрен. службы. Паровые краны применяют только для наружной службы; внутри же мастерских применяются главным образом электрические. Передвижные поворотные краны употребляют в мастерских для подвоза крупных частей по узким проходам, чаще всего для установки обрабатываемых деталей на станки, где нельзя пользоваться подвесными дорогами и где подвоз производится не постоянно. Мостовые краны ручного действия применяют для грузов до 5 т и на небольших расстояниях; для больших тяжестей и более длинного пути применяют электрич. краны. Большие краны снабжают вспомогательными подъемными механизмами для меньших тяжестей. Консольные краны грузоподъемностью в 2—10 т применяют преимущественно в литейных, обрабатывающих и сборочных мастерских. Часто их устраивают в виде окружных путей вдоль стен с закруглениями на углах. Преимущество этих кранов в том, что они не мешают движению, требуют сравнительно немного энергии, работают с большой скоростью, но установка их дорогая. Портальные краны устраиваются только вне мастерских. Передвижные порталные краны двигаются по рельсам, проложенным на уровне мостовой, поэтому скорость их меньше, чем у мостовых. Стационарные поворотные краны применяют как вне, так и внутри мастерских для

мелких и средних грузов. Недостаток—ограниченный район обслуживания. Передвижные поворотные краны на двух рельсах применяют только вне мастерских; внутри же с успехом применяют однорельсовые велосипедные краны, могущие передвигаться по узким проходам. Район действия велосипедного крана значительно увеличивается при наличии поворотного круга. Путем особого приспособления можно применить поворотный механизм самого крана для поворачивания круга. Подвесные дороги с подъемными механизмами имеют следующие преимущества перед мостовыми кранами: они дают возможность перемещения по кривым, связывают все помещения, работа может производиться одновременно в разных местах, оборудование недорого. Недостаток их—обслуживание линий, а не площадей.

Для ускорения погрузки и выгрузки вместо крюков в подъемных механизмах применяют специальные приспособления, захватывающие материал: грузоподъемные магниты для железных стержней, листов, стружек, опилок, лома; клещи для ящиков, туюков и т. д.; ковши с раскрывающимися лопастями для сыпучих тел; всевозможные *грейферы* (см.) и т. п.

## II. Транспортные средства, работающие непрерывно.

Эти транспортные средства, часто называемые *транспортными* (см.), применяются тогда, когда перемещению подлежит один и тот же материал по одному и тому же направлению. Они работают б. ч. автоматически и приводятся в действие преимущественно электричеством. Достоинства их: большая скорость, легкость, сравнительная дешевизна установки, небольшая трата энергии. Они подразделяются на: А—транспортные с тяговыми устройствами и Б—транспортные без тяговых устройств.

А. Транспортные с тяговыми устройствами. Для тяги применяются цепи, канаты и ленты. *Цепи* (см.) легче чинить при разрыве, они меньше растягиваются, устройство приводного механизма проще благодаря звеньям, лежащим на зубья. *Канаты* (см.)—дешевле, меньше изнашиваются, благодаря отсутствию шарниров не грозят внезапными разрывами, растягивание происходит постепенно; применяются для перемещения на большие расстояния. *Ленты* (см.)—пеньковые, хлопчатобумажные (в несколько слоев), из верблюжьей шерсти, резиновые и балатные или из стальной проволоки (для материалов, содержащих мало влаги)—допускают движение с большой скоростью. Применяются на коротких расстояниях для перемещения грузов, к-рые помещаются на них непосредственно. Тяги приводятся в движение при помощи зубчатых колес или барабана и д. б. снабжены приспособлениями для натяжения. При горизонтальном и наклонном перемещениях эти транспортные нуждаются в опорах, для чего применяются или опорные ролики (для более легких грузов) или рельсы с ползунами и катящимися роликами (для тяжелых грузов). Недостатки транспортеров

с тяговыми устройствами: они сравнительно дороги и сильно грязнятся во время работы.

Наиболее употребительны следующие типы этого рода транспортеров:

1) *Скребки*, или *кратцеры* и *самотаски*,—горизонтальные или наклонные до  $40^\circ$ . Производительность скребков  $Q = 3,6 \frac{1}{a} \gamma v m^3$ , где  $i$ —объем груза в л, забираемого одним скребком,  $a$ —расстояние между скребками в м (0,4—0,6),  $\gamma$ —уд. в. груза,  $v$ —скорость скребка в м/сек (0,25—0,75). Скребки применяются гл. образ. для перемещения сыпучих тел на 15—25 м с производительностью 8—15 т/ч. Достоинства скребков: дешевизна, простота устройства, надежность работы, удобство погрузки и разгрузки, дешевизна обслуживания. Недостатки: большая трата энергии, измельчение и порча перемещаемого груза, беспокойная работа. Скребки допускают передачу груза с одного транспортера на другой под прямым углом.

2) *Ленточные транспортеры* (см.), плоские или вогнутые, горизонтальные или с наклоном до  $30^\circ$ . Длина перемещения 100—150 м, ширина ленты 20—100 см; производительность до 450 т/ч, а для угля—до 900 т/ч. Скорость 1,5—3 м/сек. Считаая, что максимальная высота сечения слоя сыпучего груза  $h$  равна  $\frac{1}{12}$  его ширины, равной (0,9В—0,05) м и учитывая, введением числового коэффициента  $= \frac{2}{3}$ , уменьшение высоты слоя от середины ленты к ее краям, можно принять производительность транспортера

$$Q = 3600 \cdot \frac{1}{12} \cdot \frac{2}{3} (0,9B - 0,05)^2 \gamma v = 200(0,9B - 0,05)^2 \gamma v \text{ м}^3/\text{ч},$$

где В—ширина ленты в м. Транспортные с гибкой лентой могут быть применяемы почти всюду, но главным образом пригодны для перемещения зерна и угля. В Америке они применяются на газовых, цементных, химич. заводах и в котельных. Достоинства их: простота конструкции, легкость, ровная бесшумная работа, небольшая затрата энергии, дешевое обслуживание; недостатки: дорогая установка, быстрое изнашивание лент. Для подачи к ленточным транспортерам нессыпучих грузов служат роликовые столы; в них груз движется на роликах по столу, подталкиваемый рукою или автоматически. Для предотвращения скольжения груза по ленте применяют *звеньевые*, или *пластиночные*, ленточные транспортеры, работающие горизонтально или с наклоном до  $43^\circ$ ; в этом случае ленты имеют поперечины, не дающие грузу соскальзывать вниз. Ширина ленты 75—100 см, скорость 0,2—0,6 м/сек; производительность плоских звеньевых лент  $Q$  в среднем можно принять  $= 400(B - 0,1)^2 \gamma v \text{ м}^3/\text{ч}$ , для лент с загнутыми краями  $Q = 3600 f \gamma v \text{ м}^3/\text{ч}$ , где  $f$ —площадь сечения слоя груза в м<sup>2</sup>. Существует еще так назыв. *универсальный транспортер*, состоящий из нескольких передвижных звеньевых элементов, из которых первый соединен с мотором, а каждый последующий соединен цепью с предыдущим. Длина элемента 6—8 м.

3) Нории, или элеваторы, для перемещения груза вертикально или с наклоном более  $45^\circ$ . Во избежание пыли на нории иногда надевают кожух из дерева или листового железа. Скорость нории  $0,8-2,5$  м/сек, иногда  $3,3$  м/сек. Производительность  $Q = 3,6 \varphi \frac{i}{a} \gamma v$  т/ч, где  $\varphi$  — степень наполнения ковшей,  $i$  — емкость их в м,  $a$  — расстояние между ковшами в м. Для зернового барабана  $v = 2\sqrt{D}$ , где  $D$  — диаметр верхнего барабана в м, при чем  $\varphi = 0,6-0,75$ . На складах применяют передвижные нории с переменным наклоном. Достоинство нории: простота, надежная бесшумная работа, сравнительно небольшая затрата энергии, приспособляемость ко всяким условиям (см. *Нории*).

4) Конвейеры, или нории с качающимися ковшами, перемещающимися по прямой линии, плоской или даже пространственной кривой. Скорость конвейеров при прямолинейном перемещении  $0,15-0,30$  м/сек, а при криволинейном —  $0,10-0,13$  м/сек.

Производительность  $Q = 3,6 \varphi \frac{i}{a} \gamma v$  т/ч, при чем  $\varphi$  б. ч. равно 1. Один конвейер с криволинейным движением может заменить несколько транспортеров прямолинейного движения, что дает экономию благодаря отсутствию перегрузок.

Б. Транспортеры без тяговых устройств. 1) *Шнеки* (см.) — работают горизонтально или наклонно под углом не более  $30^\circ$ . Встречаются и вертикальные шнеки. Диаметр шнека  $D = 100-600$  мм, шаг винта  $S = 80-400$  мм, количество оборотов в минуту  $n = 45-100$ . Производительность  $Q = 15 \varphi D^2 S n \gamma$  т/ч, где  $\varphi$  — степень наполнения,  $D$  и  $S$  — в м. Шнек — самый простой и компактный из всех транспортеров с невысоким расходом по обслуживанию, но поглощает много энергии и может повредить груз. Шнек применяется для перемещения на небольшие расстояния при небольшой производительности (до  $10$  т/ч).

2) К шнекам примыкают трубные транспортеры, представляющие вращающиеся трубы, к внутренним стенкам которых прикреплены лопасти. Здесь одновременно с перемещением материала подвергается перемешиванию. Производительность определяется по той же формуле, что и для шнеков.  $D = 200-600$  мм,  $S = 100-300$  мм,  $n = 24-47$ . Трубные транспортеры потребляют энергии немногим меньше, чем шнеки.

3) *Трясуны* (см.), или качающиеся желоба — исключительно для горизонтального перемещения, т. е. даже при небольшом подъеме их производительность сильно падает. При перемещении более чем на  $100$  м желоб трясуна разделяется на секции, к-рые приводятся в движение несколькими кривошипными механизмами, или же одна секция приводит в движение другую при помощи перекрещивающихся рычагов. При  $300-400$  об/м. скорость перемещения груза  $0,1-0,2$  м/сек; производительность  $Q = 3 600 b h \gamma v$  т/ч, где  $b$  — ширина желоба в свету ( $0,2-1$  м),  $h$  — высота слоя материала ( $0,02-0,06$  м). Достоинства трясунов: простота конструкции, дешевизна обслуживания, надежность

работы, компактность; недостатки: большой расход энергии, порча желоба при перемещении твердого материала. Трясуны особенно распространены в горном деле. Существует еще желоб системы Маркуса; в этой системе желоб приводится в возвратно-поступательное движение; когда желоб внезапно останавливается или отдергивается назад — груз по инерции продолжает свое движение вперед.

4) Гравитационные транспортеры — для спуска грузов под влиянием их собственной тяжести под небольшим наклоном в  $2-3^\circ$ . Для сыпучих тел употребляются лотки и трубы; для штучных грузов простой формы и среднего веса делается дорожка из плотно прилегающих друг к другу роликов-катков (см. *Дорожка роликовая*). Дорожка может быть прямой, кривой и в частности спиральной; иногда она состоит из нескольких секций.

5) Пневматические транспортеры — для сыпучих тел — мелкого угля, угольной пыли, зерна, золы и т. п. Если груз в транспортер поступает из одного места и передается в несколько мест, то применяется нагнетательный способ; если же груз поступает из многих мест, но передается в одно место, то применяется всасывание.

#### Выбор транспортных средств.

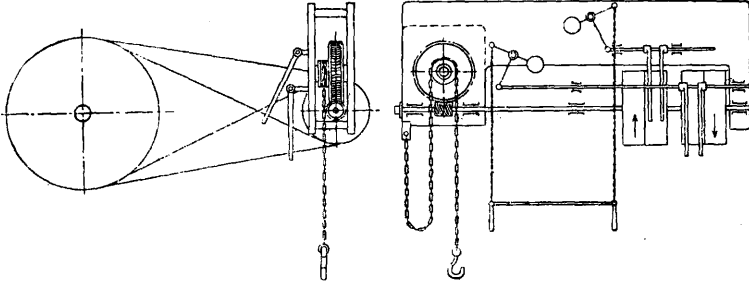
1) При транспортировании грузов следует возможно шире пользоваться приспособлениями для саморазгрузки и грейферами. При разгрузке  $4-5$  вагонов в час выгодно пользоваться опрокидывающимися платформами, на которые въезжает вагон.

2) Для доставки материалов на склады, для сообщения складов с мастерскими и мастерских между собой самым ценным средством транспорта крупных грузов являются ширококолейные дороги, к-рые должны связывать все склады и мастерские между собой. Рекомендуется на соединительных путях ставить простые стрелки, избегая поворотных кругов, повреждение которых может остановить весь транспорт; рельсы, идущие вдоль стен мастерских, должны отстоять от этих стен не менее, чем на  $2,1$  м. Ворота, лежащие против рельсов, представляют постоянную опасность для рабочих, в виду чего следует принимать специальные меры предосторожности. Ширококолейные дороги обыкновенно дополняются узкоколейными, в особенности для средних грузов, и безрельсовыми транспортными средствами. Для обслуживания складских площадок применяются краны, преимущественно подвижные порталные и мостовые. Но самым удобным и выгодным средством являются подвесные дороги, которые иногда могут прямо с парохода или из вагона доставлять материалы на место потребления.

3) Для транспорта внутри складов применяются: для тяжелых грузов — мостовые краны и подвесные дороги; для средних и мелких — безрельсовые средства; для однообразного груза — элеваторы, роликовые столы, звеньевые транспортеры; для мешков — ленточные передвижные или несколько ленточных транспортеров, передающих груз с одного на другой; для ящиков и штучных

грузов—роликовые столы и электрич. тележки с подъемн. платформами или с кранами. Для сыпучих тел иногда ленточный транспортер дополняют барабаном с черпаками, которые загребают груз из кучи и подают его на ленту. Для очень тяжелых частей рекомендуются подвижные помосты, построенные наподобие мостовых или портальных кранов.

4) При перемещении грузов внутри мастерских безрельсовые средства В. т. применяются только для мелких и средних грузов, когда имеется ровный и гладкий пол. Без узкоколеек обходиться почти невоз-



Фиг. 3.

можно, особенно в литейных и кузницах; для средних и мелких грузов применяют подвесные дороги, не мешающие работе внизу. Краны применяют преимущественно передвижные; мостовые краны часто обслуживают всю мастерскую, при чем на каждые 80—100 м пути устанавливают обычно два крана. Подвижные двухрельсовые поворотные краны применяют в исключительных случаях. В низких зданиях ставят велосипедные краны. Для перемещения из одного этажа в другой пользуются конвейерами.

5) Подъемные и транспортные средства для установки частей на обрабатывающие станки и для снятия их должны работать быстро. В виду этого для легких частей рекомендуются ручные или электрич. подъемные приспособления: канатные подъемники с противовесом, неподвижные тали с зубчатой цилиндр. передачей, работающие быстрее, чем с винтовой передачей. Фирма Крупп построила особый подъемник для обслуживания станков (фиг. 3), прикрепляемый над станками к потолку и приводимый в движение от трансмиссий; рабочий одной рукой управляет подъемником, а другой направляет деталь. В целях экономии времени по прикреплению детали к цепи или канату рекомендуется применять соответствующие клещи, лапы и т. п. Применяется также рельсовый путь на балках с подвижной кошкой, с подвешенными ручными или электрич. тальми. Рекомендуются также небольшие поворотные краны, прилаживаемые непосредственно к станкам, преимущественно к тяжелым. Широко распространены, благодаря своей дешевизне и удобству, передвижные заводские краны. Для тяжелых частей применяют мостовые и консольные краны. В последнее время для средних и легких частей с ровной поверхностью стали применять гравитацион. роликовые транспортеры, а для большого количества деталей—конвейеры.

6) В монтажных цехах применяют для тяжелых грузов ширококолейные ж. д., для средних—узкоколейные, а для легких—безрельсовые средства. Применяются также поворотные краны средней и малой грузоподъемности и мостовые краны. В Америке для монтировки средних и мелких машин станина машины в обрабатывающем цехе ставится на платформу при помощи подъемной тележки, отвозится в монтажную, где машина постепенно собирается на платформе и затем отправляется на склад. Тяжелые части машин иногда обрабатываются в монтажной. Чтобы по возможности меньше передвигать такие части, применяют передвижные станки, в частности сверлильные, шлифовальные, фрезерные и другие.

Особо стоит сборка автомобилей в Америке, в частности на заводах Форда, где монтируемый автомобиль движется перед стоящими на месте рабочими. Передвижные—периодические, при чем скорость д. б. строго рассчитана и согласована

на с нормами времени, необходимыми для разных операций (см. *Конвейер и Непрерывно-поточное производство*).

Лит.: Ганфштеггель Г., Транспортные устройства для массовых грузов, М.—Л., 1927; Мекбах Ф. и Кинцле А., Работа непрерывным производственным потоком, М., 1927; Козьмин В. С., Транспортирование материалов в промышл. предприятиях, Л., 1927; его же, Ленточные транспортеры, Л., 1927; Аумунд Н., Hebe- u. Förderanlagen, В. 2, 2 Aufl., Berlin, 1926; Buhle M., Technische Hilfsmittel zur Beförderung u. Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern), В. 3, В., 1904—1906; Hanffstengel G., Die Förderung von Massengütern, 3 Aufl., В. 2, В., 1922; Hanffstengel G., Billig Verladen und Fördern, 2 Aufl., В., 1919; D ubbel H., Taschenbuch für d. Fabrikbetrieb, В., 1923; Michenfelder K., Kran- und Transportanlagen, В., 1926. С. Гурвич.

**ВОДА**, простейшее химическое соединение водорода с кислородом; химическая формула  $H_2O$ ; молекулярный вес 18,016; при обыкновенной температуре—жидкость без запаха и цвета, но в толстых слоях имеет голубой цвет. Чистая дистиллированная вода имеет, благодаря осмотическим процессам в клетках слизистой оболочки, неприятный вкус и вредна для здоровья; вода, содержащая незначит. количество солей, не только не вредна, но необходима для питания организма.

### 1. Физич. и химич. свойства воды.

Физические свойства воды сопоставлены в табл. 2. Увеличение объема жидкой воды при повышении температуры выражается следующими (см. табл. 1) цифрами (объем при 0° принимается за 10 000):

Табл. 1.—Увеличение объема воды в зависимости от  $t^\circ$ .

$t^\circ$	10°	20°	30°	40°	50°
Увеличение объема	1,2	16,0	41,5	75,8	117,0
$t^\circ$	60°	70°	80°	90°	100°
Увеличение объема	168,0	225,5	291,0	385,5	427,0



Табл. 2.—Физические свойства воды.

t°	Плотность жидкой воды	Вязкость жидкой воды	Поверхностное натяжение по сравн. с влажным воздухом (дин на см²)	Упругость насыщенных паров в мм над		Концентрация водяных паров в воздухе, насыщенном парами воды при 760 мм (в г на 1 кг воздуха)	Удельная теплота жидк. воды (для 15° = 1,0000)
				льдом	водой		
- 10°	0,99815	—	—	1,947	2,144	1,76	—
- 5°	0,99930	—	—	3,009	3,158	2,59	1,0155
± 0°	0,999868	0,0178	75,49	4,579	4,579	3,75	1,0091
+ 4°	1,000000	0,0156	74,90	—	6,101	4,98	(5°) 1,0050
+ 10°	0,999727	0,0131	74,01	—	9,210	7,51	1,0020
+ 20°	0,998230	0,0101	72,53	—	17,539	14,33	0,9987
+ 40°	0,99224	0,0065	69,54	—	55,240	(30°) 26,18	0,9971
+ 70°	0,97781	—	—	—	233,790	—	—
+100°	0,95838	—	—	—	760,000	—	—

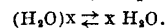
Жидкая вода: сжимаемость  $491 \cdot 10^{-7}$  при 20°; абсолютная теплопроводность 0,00154 при 10° и до 18°; показатель преломления для  $H_a$  1,3311;  $N_a$  1,3330;  $H_p$  1,3371 при 20°; скорость звука в В. при 13,7° равна 1 437 м/сек. Лед: плотность при 0° 0,9176. Водяной пар: плотность при 0° и 760 мм 0,0008045; уд. объем при 0° и 760 мм 1 243 см³. Изменение точки замерзания воды от давления равно  $-0,0073^\circ$  на 1 *Atm*;  $t^{\circ}_{пл.}$  0°;  $t^{\circ}_{кип.}$  при 423 мм 84,4°, при 680 мм 96,1°, при 1 *Atm* 100°; при 2 *Atm* 120,5°, при 3 *Atm* 134°, при 10 *Atm* 180°;  $t^{\circ}_{крит.}$  374°; давление критическое 217,5 *Atm*; тройная точка  $t = +0,0073^\circ$ ,  $p = \text{ок. } 4,6 \text{ мм}$ ; скрытая теплота плавления равна 79,7 cal; скрытая теплота испарения равна 538,9 cal; теплота образования жидкой воды на 1 моль при 18° из 2 H + O равна 68 200 cal; теплота образования из H + OH равна 14 900 cal; молекулярное понижение плавления 1,85; молекулярное повышение кипения 0,52. При увеличении давления  $t^{\circ}$  замерзания В. претерпевает весьма интересные изменения: так, при давлении 8,1 *Atm* точка перехода вода—лед лежит при  $-0,06^\circ$ ; при давлении 16,8 *Atm* она равна  $-0,13^\circ$ ; при давлении в одну *Atm* (т. е. в 1,03 кг/см²) точка перехода В. в лед равна 0°; при давлении 615 кг/см² она равна  $-5^\circ$ ; при давлении 1 625 кг/см² она равна  $-15^\circ$ ; при давлении 2 200 кг/см² она равна  $-22^\circ$ ; при дальнейшем увеличении давления точка перехода неожиданно повышается, и при давлении в 3 530 кг/см² она равна  $-17^\circ$ , при давлении в 6 380 кг/см² она равна  $+0,16^\circ$ ; при давлении 20 670 кг/см² лед может существовать при  $t^{\circ}$  ок.  $+76^\circ$  [1,2].

В твердом виде В. (лед) может образовывать целый ряд (не менее шести) модификаций. При обыкновенном давлении единственной устойчивой модификацией является обыкновенный лед. При изменении давления в границах до 20 000 *Atm* Таман превратил обыкновенный лед (гексагональной системы) в другие модификации. Бриджмен описывает следующие модификации льда:

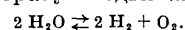
I	на 10—13,5%	легче воды
II	» 22%	плотнее воды
III	» 3%	»
IV	» 4%	плотнее, чем V
V	» 5 1/2%	» III
VI	» 4%	» V

Модификация I (обыкновенный лед) имеет больший объем по сравнению с жидкой В.

при той же  $t^{\circ}$ , и сжимаемость этой модификации весьма невелика. Поэтому при замерзании в замкнутом пространстве В. развивает значительные давления, разрывая, напр., чугунные гильзы с толщиной стенок более 1 см. Это свойство воды имеет большое значение в геологич. процессах (коррозионные процессы). При своем плавлении В. (лед) выделяет значит. скрытую теплоту (79,7 cal), высокое значение которой объясняется одновременной частичной деполимеризацией воды. Из рентгенограммы (по Лауе) можно заключить, что в льде молекула  $H_2O$ —бимолекулярна; при плавлении льда часть молекул деполимеризуется, и при этом процессе выделяется теплота. Твердость льда при 0° по шкале Моса равна 1,5. В спокойном состоянии В. может находиться в переохлажденном неустойчивом состоянии, но при сотрясении или внесении кристалликов льда В. быстро замерзает. Как и многие другие жидкости, вода обнаруживает явления ассоциации (см.). При каждой  $t^{\circ}$  существует подвижное равновесие, выражаемое ур-нем:



В органич. растворителях фактор ассоциации В. в точности равен 2. В газообразном состоянии для мол. в. воды при 4 *Atm* было найдено значение 19,06 вместо 18,01; это свидетельствует о том, что и в газообразном состоянии В. несколько ассоциирована. В. обнаруживает аномалию в отношении зависимости своей плотности от темп-ры. За единицу для сравнения плотности других тел с водой принимается ее максимальная плотность, которую она имеет при 4°; при 0° плотность воды = 0,9170. При соединении 2  $H_2$  с  $O_2$  с образованием 2  $H_2O$  достигается темп-ра около 3100°. Однако она должна была бы быть значительно выше, если бы газы соединялись полностью. На самом же деле при указанной темп-ре реакция идет лишь на 1/3, образуя подвижное равновесие:



Уже при более низких  $t^{\circ}$  наблюдается диссоциация В., а именно:

Температура . . . . .	1 397°	1 561°	2 257°
% диссоциации . . . . .	0,0078	0,036	1,77

Поэтому при погружении раскленного металла в воду образуется гремучий газ. В. кристаллизуется в гексагональной системе, обнаруживая 6 полиморфн. разновидностей.

Чрезвычайно важным характерным свойством В., определяющим ее громадное значение в химизме всех процессов на поверхности земного шара, в том числе и процессов, протекающих в организмах животных и растений, является ее значительная способность ионизировать растворенные в ней соединения; эта способность связана с исключительно высокой диэлектрической постоянной воды (около 80 по сравнению с диэлектрической постоянной пустоты). Только весьма немногие химические соединения по величине своей диэлектрической постоянной приближаются к воде.

В природе В. никогда и нигде не встречается в совершенно чистом состоянии; даже после перегонки из платинового сосуда при помощи платинового холодильника она все же содержит в себе в растворенном состоянии вещества, влияющие на ее физич. свойства, например углекислоту и другие газы. Кольраушу и Гейдвейлеру удалось получить на весьма короткое время почти абсолютно чистую воду и измерить ее электропроводность; оказалось, что при  $18^\circ$  электропроводность воды равна  $0,040 \times 10^{-8}$ ; исследуя  $t^\circ$ -ный коэфф. электропроводности В., Кольрауш определил, что чистая В. должна иметь при  $18^\circ$  электропроводность  $\kappa = 0,038 \times 10^{-8}$ , при  $25^\circ$  электропроводность  $\kappa$  воды равна  $0,054 \times 10^{-8}$ . Зная скорость движения водородных ионов, можно вывести, что при  $25^\circ$  в одной  $m$  чистой воды содержится всего только 1,8 мг ионизированной В. Следовательно в чистой В. концентрация водородных ионов равна одной десятиллионной ( $1 \times 10^{-7}$ ) части  $\frac{1}{2} N$  концентрации.

Очистка В. производится фильтрованием (от нерастворимых примесей), перегонкой и вымораживанием. Перегонку предпринимают для особенно тщательной очистки при помощи оловянных, серебряных или даже платиновых холодильников, т. к. при высокой  $t^\circ$  В. выщелачивает нек-рые соли из стекла. Для окисления органич. примесей и для связывания  $CO_2$  к В. при тщательной дистилляции прибавляют  $KMnO_4$  и  $NaOH$ . После этого воду подвергают кипячению в вакууме и пропускают через нее инертный газ (водород) для удаления растворенной углекислоты и кислорода.

В природе вода находится в громадном количестве в гидросфере, покрывающей  $\frac{1}{2}$  земного шара, а также в парообразном состоянии и в виде мельчайших капель в атмосфере земли. Значительные количества В. содержатся и под поверхностью земли (в литосфере) в виде почвенных вод, а также образуют т. н. конституционную В., входящую в состав многих химич. соединений. Часто одна или несколько молекул воды образуют комплексные соединения—гидраты с другими соединениями или с молекулами элементов. Такие гидраты В. образует не только с твердыми, но и с жидкими и газообразными телами; в водных растворах многих химич. соединений образуются их моно- или полигидраты. Все виды природной В. содержат растворенные примеси: дождевая В.—окислы азота, углекислоту и аммиак; грунтовая, речная и морская В.—целый ряд растворенных солей, содержание

которых в морской В. доходит до  $3\frac{1}{2}\%$  (в Красном море даже до 4%), а в нек-рых соленых озерах и до значительно большего процентного содержания (вода Мертвого моря с уд. в. 1,2 содержит около 22% солей). Образую комплексные соединения с молекулами др. химич. соединений, В. присутствует в них в строго определенном количестве в виде так наз. кристаллизационной В. В некоторых же случаях (цеолиты и т. п.) В. связывается с другими химическ. соединениями в неопределенном количестве (см. *Цеолиты*).

## II. Исследование воды.

Для оценки пригодности питьевой воды необходимо произвести полный анализ правильно отобранных ее проб в разное время года. Отбор пробы должен производиться с соблюдением условий: а) исключая случайность в составе воды, б) гарантирующей соответствие пробы общей массе воды данного источника и в) гарантирующих неизменность воды в зависимости от манипуляций отбора пробы. Для этого проба воды отбирается: из водопроводного крана или колодезного насоса—через 10 м. после предварительного спуска; из колодцев или родников—два раза в день, утром до начала расхода и вечером по прекращении расхода воды; из открытых естественных водоемов—при помощи *батометра* (см.). В теплое время пробы воды консервируются: проба для определения окисляемости, азота и аммиака—прибавлением  $2 \text{ см}^3$  25%-ной  $H_2SO_4$ , проба для определения плотного остатка взвешенных веществ,  $HNO_3$  и  $HNO_2$ —прибавлением  $2 \text{ см}^3$  хлороформа на 1 л воды. Интервал между взятием пробы и производством анализа допускается: для незагрязненных вод—72 часа, для довольно чистых вод—48 ч., для загрязненных—12 ч. Определение растворенных в воде газов:  $O_2$ ,  $H_2S$  и  $CO_2$  должно производиться на месте.

Исследование В. на месте производится по стандартным методам исследования питьевых вод, выработанным Бюро водопроводных и санитарно-технич. съездов при НТУ ВСНХ СССР, по следующему плану и методам, описываемым ниже согласно опубликованным инструкциям [2]: 1) Температура источника определяется термометром с делениями в  $\frac{1}{5}^\circ$  в течение 15 м. (перевортываемым термометром Негретти-Замбо—ок. 3—5 м.). 2) Прозрачность определяется диском Секки, окрашенным в белый цвет (глубина в см при исчезании видимости). 3) Цвет определяется путем сравнения цвета диска Секки в воде с цветом сравнительных растворов по шкалам Фореля и Уле. Первая состоит из запатентованных пробирок, в к-рые налиты растворы: I.— $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ —1 г,  $NH_3$  (25%)—5  $\text{см}^3$ ,  $H_2O$ —до 200  $\text{см}^3$  и II.— $K_2CrO_4$ —1 г,  $H_2O$ —до 200  $\text{см}^3$ . Шкала Уле готовится смешением последнего номера шкалы Фореля с раствором  $CoSO_4 \cdot 7 H_2O$  (1 : 200) с добавлением  $NH_3$  до растворения осадка (см. табл. 3 на столбце 807). 4) Запах испытывается при подогревании до  $45^\circ$ . 5) Вкус испытывается при  $15$ — $20^\circ$ . 6) Цвет (в бутылки), опалесценция, муть и случайные включения определяются по внешнему виду.

Табл. 3.—Шкалы Фореля и Уле.

Шкала Фореля			Шкала Уле		
№	Синий	Желтый	№	Раств. XI	Кобальт. раствор
I	100	0	XI	100	0
II	98	2	XII	98	2
III	95	5	XIII	95	5
IV	91	9	XIV	91	9
V	86	11	XV	86	14
VI	80	20	XVI	80	20
VII	73	27	XVII	73	27
VIII	65	35	XVIII	65	35
IX	56	44	XIX*	56	44
X	46	54	XX	46	54
XI	35	65	XXI	35	65

\* В последние три раствора добавляется несколько капель  $\text{NH}_3$  до полной прозрачности.

Непосредственно на месте также определяются: 1) Реакция на лакмус и  $\text{P}_n$  индикаторами (см. *Водородные ионы, Индикаторы*); 2) Содержание азотистой к-ты, для чего  $10 \text{ см}^3$  воды с  $0,5 \text{ см}^3$  реактива Грисса нагревают в течение 5 минут до  $70-80^\circ$  на свечке и затем наблюдают полученное

Табл. 4.—Результаты исследования реактивом Грисса.

Окрашивание при рассматривании сбоку	Окрашивание при рассматривании сверху вниз	Окрашивание при рассматривании сверху вниз под углом $45^\circ$	Содержание азотистой кислоты (мг на 1 л)
Нет	Нет	Нет	< 0,001
»	»	Едва заметное розовое	» 0,001
»	»	Очень слабо розовое	» 0,002
Едва заметное розовое	Чрезвычайно слабо розовое	Слабо розовое	» 0,005
Очень слабо розовое	Слабо розовое	*	» 0,01
Слабо розовое	Светлорозовое	»	» 0,05
Светлорозовое	Розовое	»	» 0,10
Розовое	Сильно розовое	»	» 0,20
Сильно розовое	Красное	»	» 0,50
Красное	Яркокрасное	»	» 1,00

окрашивание (табл. 4); 3) Содержание азотистой к-ты, для чего смесь из  $0,5 \text{ см}^3$  В. и  $1,5 \text{ см}^3$  крепкой  $\text{H}_2\text{SO}_4$  охлаждается до  $20-25^\circ$ , и в смесь высыпается несколько крупинок брусина (около 2 мг). Наблюдаемые окраски приведены в табл. 5. 4) Аммиак, см. ниже. 5) Сероводород определяется при помощи потемнения свинцовой бумажки (грубое определение). 6) Содержание окиси и закиси железа: к 1—2 кристалликам  $\text{KClO}_3$  прибавляют 1—2 капли крепкой  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , после чего приливают  $10 \text{ см}^3$  испытуемой воды. Затем прибавляют  $0,2 \text{ см}^3$  50%-ного раствора роданистого аммония ( $\text{KClO}_3$  можно заменить щепоткой персульфата или 1—2 каплями 3%-ной

Табл. 5.—Определение содержания азотной кислоты в воде.

Окрашивание (в фарфоровой чашечке)	Содержание азотной к-ты (мг на 1 л)
Нет окрашивания	Меньше 0,5
Через одну м. едва уловимое розовое окрашивание, сохраняющееся в течение нескольких м.	» 0,5
Через одну м. незначительное розоватое окрашивание; через 10 м. окрашивание едва заметно	» 1,0
Через одну м. слабо розовое окрашивание; через 5 м. окрашивание становится незначительным	» 2,5
Через одну м. светлорозовое окрашивание; через 4 м. незначительное розовато-желтое окрашивание	» 5,0
Раствор быстро розовеет; через 1 м. розовое окрашивание; через $2\frac{1}{2}$ м. слабо розовое; через 10 м. слабо желтое с розоватым оттенком	» 10,0
Раствор быстро розовеет; через $\frac{1}{2}$ м. желто-розовое окрашивание; через $1\frac{1}{2}$ м. розовато-желтое; через 8 м. светлорозовое	» 25,0
Раствор быстро розовеет; через $\frac{1}{2}$ м. красновато-оранжевое окрашивание; через 1 м. сильное розовато-желтое окрашивание; через 5 м. желтое	» 50,0
Раствор очень быстро розовеет; через $\frac{1}{2}$ м. оранжево-красное окрашивание, быстро желтеющее; через $\frac{1}{4}$ м. яркооранжевое окрашивание; через 5 м. интенсивно желтое	» 100,0

$\text{H}_2\text{O}_2$ ). Диаметр пробирок—13—14 мм; высота столба раствора—ок. 7 см при  $10 \text{ см}^3$  жидкости (табл. 6). 7) Окисляемость (см. ниже). 8) Содержание свободной  $\text{CO}_2$ —определяется на месте или же берут пробу в  $400 \text{ см}^3$  в склянку, так чтобы вода доходила до самой пробки. Содержание  $\text{CO}_2$  м. б. выведено также и из  $\text{P}_n$  по содержанию гидрокарбонатной  $\text{CO}_2$ . В теплое время и при жесткости воды выше  $20^\circ$  гидрокарбонатная  $\text{CO}_2$  также определяется на месте. 9) Проба для последующего определения к и слорода, по Винклеру, должна быть фиксирована на месте.

При необходимости более тщательного исследования питьевой воды производится полный количественный анализ ее в лаборатории. При этом производятся следующие определения: 1) Цвет устанавливается по американск. платино-кобальтовой шкале цветности [смесь раствора 1,245 г хлороплатината и 1,009 г кристаллич. хлористого кобальта ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) в  $100 \text{ см}^3$

Табл. 6.—Определение содержания железа в воде.

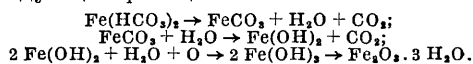
Окрашивание при рассматривании сбоку	Окрашивание при рассматривании сверху вниз	Содержание железа (мг на 1 л)
Нет окрашивания	Нет окрашивания	Меньше 0,05
Едва заметное желтовато-розоватое	Чрезвычайно слабое желтовато-розоватое	» 0,10
Очень слабое желтовато-розоватое	Слабое желтовато-розовое	» 0,25
Слабое желтовато-розовое	Слабое желтовато-розовое	» 0,50
Светлое желтовато-розовое	Желтовато-розовое	» 1,00
Сильное желтовато-розовое	Желтовато-красное	» 2,50
Светлое желтовато-красное	Яркокрасное	» 5,00

воды и  $100 \text{ см}^3 \text{ HCl}$ , уд. в. 1,19, доводят до 1 л; цветность этого раствора принимается равной 500 градусам [1]. 2) За па х: «холодный» запах определяется при  $20^\circ$ ; для определения «горячего» запаха  $150 \text{ см}^3$  воды нагревают почти до кипения и дают остыть в течение 5 м. Различают запахи: ароматный, свободного хлора, неприятный, землистый, рыбный, травяной, затхлый, плесени, болотный, сладковатый, сероводородный; интенсивность запаха оценивается по пятибалльной системе. 3) В к у с определяется описательно и также оценивается по пятибалльной системе. 4) П р о з р а ч н о с т ь определяется в цилиндре Генера высотой в 50—60 см по чтению шрифта Шнеллена № 1; прозрачность выражается максимальной высотой воды в тот момент, когда чтение еще возможно. 5) М у т ь и о с а д к и: муть характеризуется словами: слабая опалесценция, сильная опалесценция, тонкая взвешенная муть, устойчивая муть и т. д. Осадок характеризуется словами: ничтожный, незначительный, значительный, большой; по качеству: глинистый, песчаный, хлопьевидный, кристаллический, серый, желтый и т. д. 6) Изменение при стоянии определяется через сутки, словами: оседание осадка, появление мути, исчезновение запаха и т. д. 7) Р е а к ц и я: а) на лакмусовую бумажку, которая сравнивается с лакмусовой бумажкой, смоченной дистиллированной В.; б) на метилоранж; в) на фенолфталеин. 8) А к т и в н а я к и с л о т н о с т ь—с м. В о д о р о д н ы е и о н ы. 9) Содержание углекислоты, при чем различаются свободная, гидрокарбонатная, карбонатная, недостающая и общая. 10) Содержание агрессивной углекислоты. Часть свободной  $\text{CO}_2$  в воде, находящаяся в равновесии с диссоциирующим гидрокарбонатом кальция, не обладает способностью растворять новое количество среднего карбоната кальция.

Табл. 7.—Таблица Тильманса и Гейбейна для определения агрессивной  $\text{CO}_2$ .

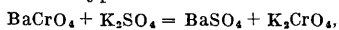
Связанная $\text{CO}_2$ (мг на 1 л)	Свободная $\text{CO}_2$ (мг на 1 л)	Связанная $\text{CO}_2$ (мг на 1 л)	Свободная $\text{CO}_2$ (мг на 1 л)	Связанная $\text{CO}_2$ (мг на 1 л)	Свободная $\text{CO}_2$ (мг на 1 л)
5,06	0	75	9,25	137,5	72,3
15	0,25	77,5	10,4	140	76,4
17,5	0,4	80	11,5	142,5	80,5
20	0,5	82,5	12,8	145	85
22,5	0,6	85	14,1	147,5	89,1
25	0,75	87,5	15,6	150	93,5
27,5	0,9	90	17,2	152,5	98
30,0	1,0	92,5	19	155	103
32,5	1,2	95	20,75	157,5	107,5
35	1,4	97,5	22,75	160	112,5
37,5	1,6	100	25	162,5	117,5
40	1,75	102,5	27,3	165	122,5
42,5	2,1	105	29,5	167,5	127,6
45	2,4	107,5	32,3	170	132,9
47,5	2,7	110	35	172,5	138
50,0	3,0	112,5	37,8	175	143,8
52,5	3,5	115	40,75	177,5	149,1
55	3,9	117,5	43,8	180	154,5
57,5	4,25	120	47	182,5	160
60,0	4,8	122,5	50,2	185	165,5
62,5	5,25	125	54	187,5	171
65	6,0	127,5	57,4	190	176,6
67,5	6,75	130	61	192,5	182,3
70	7,5	132,5	64,7	195	188
72,5	8,3	135	68,5	200	199,5

Избыток против этой части  $\text{CO}_2$  называется агрессивной углекислотой. Если содержание свободной углекислоты больше того количества, которое находится в равновесии, то избыточная  $\text{CO}_2$  будет растворять карбонат кальция (бетонные водопроводные трубы, хранилища). Вычисление агрессивной  $\text{CO}_2$  производится по таблицам Тильманса и Гейбейна (табл. 7), если содержание связанной  $\text{CO}_2$  не сильно отличается от ее количества, эквивалентного присутствующему Са; в противном случае (присутствие Mg и Na) агрессивная  $\text{CO}_2$  определяется непосредственным экспериментом—по Гейеру: в склянку в 400—500  $\text{см}^3$  высыплют 3—5 г порошка мрамора и часто взбалтывают с исследуемой водой в течение 3—4 дней, после чего вновь определяют связанную  $\text{CO}_2$ . Разница покажет содержание агрессивной  $\text{CO}_2$ . 11) Щ е л о ч н о с т ь т и т р а ц и о н н а я: 100  $\text{см}^3$  воды (3 капли 1%-ного метилоранжа) титруют  $\frac{1}{10} N$  раствором HCl до очень слабого розового окрашивания. 12) К и с л о т н о с т ь т и т р а ц и о н н а я определяется  $\frac{1}{10} N$  раствором NaOH с метилоранжем или фенолфталеином. 13) Ж е с т к о с т ь (см. ниже). 14) В з в е ш е н н ы е вещества определяются фильтрованием при  $105^\circ$  через высушенный при  $105^\circ$  тигель Гуча. 15) П л о т н ы й о с т а т о к фильтрованной воды при  $110^\circ$  определяется упариванием в платиновой чашке 500  $\text{см}^3$  воды и сушкой остатка в течение 3 час. при  $110^\circ$ . Если в воде содержится сульфатов более 50 мг на л, то к В. прибавляют при выпаривании 100 мг чистой углекислой соды, растворенной в 10  $\text{см}^3$  В. 16) О к и с ь к а л ь ц и я и ма г н и я, обуславливающие общую жесткость В., определяются осаждением, при чем сначала отделяют их от  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (см. Анализ химический); затем осаждают Са щавелевокислым аммонием в присутствии  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; осадок прокаливают и СаО взвешивают. После осаждения Са осаждают из фильтрата окись магния в виде фосфорноаммонийномагниевого соли; последнюю прокаливают и пиррофосфат магния взвешивают: вес  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 \times 0,3621 = \text{весу MgO}$ ; вес  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 \times 0,2184 = \text{весу металлического Mg}$ . 17) О к и с ь н а т р и я и о к и с ь к а л ь ц и я определяют в прокаленной (для удаления аммонийных солей) навеске путем осаждения хлорной платиной. Из обоих образовавшихся хлороплатинатов  $\text{Na}_2\text{PtCl}_6$  и  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$  первый растворяется в 80%-ном винном спирте, второй—не растворяется.  $\text{K}_2\text{PtCl}_6 \times 0,1937 = \text{K}_2\text{O}$ ;  $\text{K}_2\text{PtCl}_6 \times 0,1609 = \text{K}$ ;  $\text{K}_2\text{PtCl}_6 \times 0,3067 = \text{KCl}$ . 18) Ж е л е з о присутствует в артезианских и грунтовых водах почти исключительно в виде бикарбоната  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ ; на воздухе же протекают следующие реакции:

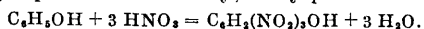


Органические вещества (гуминовые) оказывают защитное действие (см. Коллоиды) на коллоидальные гидроокиси железа. Метода, позволяющего детализировать определение железа по разным формам его соединений, не выработано. Определение железа в В. чаще всего производится колориметрически.

Стандартный раствор железа [0,8633 г железноаммонийных квасцов  $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 10 \text{ см}^3$  крепкой  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ] прибавляют до 1 л; 1  $\text{см}^3$  содержит 0,1 мг Fe. Общее содержание железа определяется след. образом: к 50  $\text{см}^3$  воды прибавляют 2  $\text{см}^3$  HCl уд. в. 1,12 и 1  $\text{см}^3$  насыщенного раствора  $\text{KClO}_3$  (или 5 капель 3%-ной  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) и кипятят в течение 15 мин. на водяной бане. После этого прибавляют 1  $\text{см}^3$  крепкого раствора KCNS или  $\text{NH}_4\text{CNS}$  (225 г соли + 125  $\text{см}^3$  В.) и исследуют колориметрически, сравнивая со стандартным раствором (см. Колориметрия). Окись железа определяется без прибавления  $\text{KClO}_3$  или  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Содержание закиси железа вычисляется по разнице между общим содержанием железа и содержанием окиси железа. 19) Окись алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — см. Анализ химический. 20) Марганец определяется колориметрически, путем окисления солей Mn в растворе надсерной к-ты  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  в присутствии ионов  $\text{Ag}^+$  в качестве катализатора до  $\text{HMnO}_4$ , окрашенной в розовый цвет. 21) Свинец, цинк, медь и олово определяются колориметрически и электролитически (см. Анализ химический). Грубую оценку содержания свинца можно сделать, осаждая Pb сероводородом в присутствии  $\text{CH}_3\text{-COOH}$  и сравнивая полученную окраску с окраской стандартного раствора свинцовой соли, обработанной таким же образом сероводородом (если вода бесцветна и не содержит больших количеств железа). 22) Серная кислота (сульфаты) определяется либо весовым способом (осаждением в виде  $\text{BaSO}_4$ ) либо объемным методом по Эндрюс-Комаровскому: действием  $\text{BaCrO}_4$  и KJ в присутствии HCl по уравнениям:

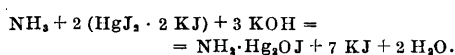


$\text{K}_2\text{CrO}_4 + 8 \text{ HCl} + 3 \text{ KJ} = 5 \text{ KCl} + \text{CrCl}_3 + 4 \text{ H}_2\text{O} + 3 \text{ J}$ , при чем иод оттитровывается иодометрически. 23) Хлористоводородная к-та (хлориды) определяется, после обесцвечивания пробы действием  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и нейтрализации ее содой или слабой  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , — путем титрования в 50  $\text{см}^3$  пробы раствором  $\text{AgNO}_3$  (в присутствии 1  $\text{см}^3$  раствора  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  в качестве индикатора) до появления слабого красного окрашивания. 24) Азотная кислота (нитраты) определяется по методу Гранвиля и Лажу, по у-рию:



Образовавшуюся пикриновую к-ту переводят в пикрат аммония, к-рый определяют колориметрически. 25) Азотистая кислота (нитриты) определяется по Грису путем диазотирования азотистой к-той ароматич. аминов (раствор 0,2 г  $\alpha$ -нафтиламина в 150  $\text{см}^3$  12%-ной уксусной кислоты, охлажденной на льду, смешанный с раствором 0,52 г сульфаниловой кислоты в 150  $\text{см}^3$  12%-ной уксусной кислоты, также охлажденным на льду); смесь растворов в присутствии нитритов окрашивается в розовый цвет, который сравнивается колориметрически со стандартным раствором азотистокислой соли. 26) Аммонийные соли (солевой аммиак) определяются колориметрически с помощью Неслера реактива (см.) (щелочный раствор двойной соли  $\text{HgJ}_2 \cdot 2 \text{ KJ}$ ),

к-рый с  $\text{NH}_3$  дает желтое окрашивание от образования иодистого меркураммония по уравнению:



27) Альбуминоидный азот. После отгонки  $\text{NH}_3$  из аммонийных солей окисляют воду при помощи 25  $\text{см}^3$  щелочного раствора  $\text{KMnO}_4$  (400 г KOH и 16 г  $\text{KMnO}_4$  в 2 л  $\text{H}_2\text{O}$ ). Азотистые соединения разрушаются до  $\text{NH}_3$ , который определяется, как указано выше. 28) Органический азот определяется по методу Кьельдаля. 29) Общий азот определяется по методу Кьельдаля-Иодлбауера. 30) Сероводород (сульфиды) определяется качественно, как при исследовании на месте; количество  $\text{H}_2\text{S}$  определяется по Винклеру: 100  $\text{см}^3$  исследуемой В. смешивают с 5  $\text{см}^3$  сегнетовой соли; в другую склянку наливают 100  $\text{см}^3$  дистиллированной воды и 5  $\text{см}^3$  сегнетовой соли. Затем во вторую склянку посредством бюретки приливается эмпирический раствор  $\text{As}_2\text{S}_3$ , пока окраски не сравняются. Число прилитых  $\text{см}^3$  раствора  $\text{As}_2\text{S}_3$  указывает на число  $\text{см}^3$   $\text{H}_2\text{S}$  в 1 л исследуемой В. Можно также титровать  $\text{H}_2\text{S}$   $1/100 \text{ N}$  раствором иода по методу Дюпаске-Фрезениуса. 31) Кремнекислоту определяют обработкой (3 раза) сухого остатка от  $1/2$  л воды 20—30  $\text{см}^3$  дистиллированной воды и 5—10  $\text{см}^3$  крепкой HCl; после выпаривания отфильтровывают нерастворимый гидрат кремневой к-ты, прокалывают и взвешивают. 32) Фосфаты определяются колориметрически по молибденово-оловянному методу Дениже (Denigès), который позволяет открывать в натуральной воде 0,001 мг  $\text{P}_2\text{O}_5$  в 1 л. 33) Окисляемость определяется прибавлением избытка  $1/100 \text{ N}$  раствора  $\text{KMnO}_4$ , обработкой 10  $\text{см}^3$   $1/100 \text{ N}$  щавелевой к-ты и, в заключение, обратным титрованием  $1/100 \text{ N}$  хамелеоном; 1  $\text{см}^3$   $1/100 \text{ N}$  раствора  $\text{KMnO}_4$  соответствует 0,08 мг  $\text{O}_2$  (метод Кубеля). В загрязненных водах окисляемость фильтрованной и нефильтованной В. определяется отдельно. 34) Потребление кислорода выражается разностью содержания  $\text{O}_2$  в двух пробах после насыщения В. воздухом путем взбалтывания. В первой пробе  $\text{O}_2$  определяется сейчас же, во второй — через 5 дней стояния в термостате при 18,3°. 35) Растворенный кислород определяют в пробе в 250  $\text{см}^3$ , взятой в колбу с притертой пробкой, при чем необходимо следить, чтобы в пробу не попали пузырьки воздуха (трубка, присоединенная к крану, доходит до дна колбы, 2—3 объема воды переливаются через верх склянки, после чего колбу закрывают притертой пробкой; те же предосторожности соблюдаются и при взятии пробы из водоемов). К пробе приливают 0,7  $\text{см}^3$  крепкой  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 1  $\text{см}^3$  раствора  $\text{KMnO}_4$ . Если через 20 м. проба обесцветится, прибавляют еще 1  $\text{см}^3$   $\text{KMnO}_4$ ; через 20 минут прибавляют 1  $\text{см}^3$  раствора оксалата калия. После осветления прибавляют 1  $\text{см}^3$  сернокислого марганца и 3  $\text{см}^3$  щелочного раствора KJ и 1  $\text{см}^3$  крепкой  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Из пробы отбирают 200  $\text{см}^3$  и титруют  $1/100 \text{ N}$  раствором серноватистокислого натрия в

присутствии 1 см<sup>3</sup> крахмального клейстера (прибавлять к концу реакции) до получения синего окрашивания; 1 см<sup>3</sup> 1/100 N раствора гипосульфита эквивалентен 0,08 мг O<sub>2</sub>. Для определения содержания O<sub>2</sub> в мг на л нужно число см<sup>3</sup> 1/100 N раствора гипосульфита, израсходованного на титрование 200 см<sup>3</sup> воды, умножить на 0,4. Умножая число мг на вес 1 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>, т. е. на 1,429, получим содержание O<sub>2</sub>, выраженное в см<sup>3</sup> на 1 л (объемный %). Растворимость O<sub>2</sub> при 0° и 760 мм приведена в табл. 8.

Табл. 8.—Растворимость кислорода в воде.

t°	O <sub>2</sub> мг	O <sub>2</sub> ‰	t°	O <sub>2</sub> мг	O <sub>2</sub> ‰
0°	14,62	10,21	16°	9,95	6,95
1°	14,23	9,93	17°	9,74	6,80
2°	13,84	9,66	18°	9,54	6,66
3°	13,48	9,41	19°	9,35	6,53
4°	13,13	9,17	20°	9,17	6,40
5°	12,80	8,94	21°	8,99	6,28
6°	12,48	8,71	22°	8,83	6,16
7°	12,17	8,50	23°	8,68	6,06
8°	11,87	8,29	24°	8,53	5,95
9°	11,59	8,09	25°	8,38	5,85
10°	11,33	7,91	26°	8,22	5,74
11°	11,08	7,73	27°	8,07	5,63
12°	10,83	7,56	28°	7,92	5,53
13°	10,60	7,40	29°	7,77	5,42
14°	10,37	7,24	30°	7,63	5,33
15°	10,15	7,09			

Жесткость В. Под жесткостью воды подразумевается содержание в воде солей кальция и магния. Обыкновенно различают временную, или устранимую, жесткость (также называемую щелочной, или карбонатной, жесткостью) от постоянной жесткости (некарбонатная—остаточная). Первая обуславливается присутствием в воде двууглекислых солей кальция и магния, вторая—присутствием других кальциевых и магниевых солей (гипса, хлористого магния и др.). Общая жесткость  $J_{\text{общ.}} = J_{\text{устр.}} + J_{\text{пост.}}$ .

Жесткость оценивается: в немецких градусах, при чем 1 градус=1 г СаО в 100 000 г воды или 10 мг СаО в 1 л воды; французск. градусы показывают число частей СаСО<sub>3</sub> в 100 000 ч. воды. При оценке жесткости воды применяется следующая шкала: менее 8°—мягкая, от 8 до 16°—средняя, выше 16°—жесткая. Содержание MgO перечисляется на СаО, для чего количество MgO надлежит помножить на 1,4. Определение временной жесткости В. производится путем титрования 500 см<sup>3</sup> 1/10 N соляной к-той с метилоранжем или ализарином. Помножив число потраченных см<sup>3</sup> к-ты на 2,8, получаем времен. жесткость воды в немецк. градусах. (Из этого титрования определяется и содержание связанной СО<sub>2</sub>: 1 см<sup>3</sup> 1/10 N HCl=2,2 мг полусвязанной СО<sub>2</sub>.) Общая жесткость определяется путем осаждения углекислых солей Са и Mg. Для этого 200 см<sup>3</sup> воды нейтрализуют при помощи HCl и выпаривают до объема в 50 см<sup>3</sup>. После этого нейтрализованную воду сливают в колбу объемом в 100 см<sup>3</sup>; к ней прибавляют 20 см<sup>3</sup> смеси 1/5 N соды и 1/5 N NaOH, и вся смесь доводится до метки (100 см<sup>3</sup>). Затем жидкость фильтруется через сухой фильтр, и 50 см<sup>3</sup> фильтра (первые капли выливаются) оттитровываются 1/5 N HCl с метилоранжем. Пусть для обратного титрования пошло  $a$  см<sup>3</sup> 1/5 N HCl. Тогда для осаждения щелочи земельных металлов, которые содержат в 200 см<sup>3</sup> В., потребовалось бы (20—2a) см<sup>3</sup> раствора щелочи. Умножая на 2,8, мы получим общую жесткость в нем. градусах. Обыкновенно общая щелочность определяется, по Бляхеру, при помощи раствора калийного мыла. Для этого 25,6 г пальмитиновой к-ты растворяют в 400 см<sup>3</sup> спирта и 250 см<sup>3</sup> глицерина. К смеси прибавляют фенолфталеин и смесь точно нейтрализуют алкогольным раствором едкого кали, после чего доводят спиртом общий объем до 1 л. Затем необходимо установить титр полученного спиртового раствора мыла; для этого полученным мыльным раствором титруют

Табл. 9.—Нормы питьевых вод (количество мг в 1 л).

Название норм	Сухой остаток	Жесткость	Органические вещества	Хлор	Серная кислота	Азотная кислота	Азотистая кислота	Аммиак солей	Аммиак альбуминоид.
Рейхгарта . . . . .	100—500	18°	0,5—2,5	2—8	2—63	4	—	—	—
Брюссельского конгресса . . . . .	500	20°	2,5	8	60	2	—	0,5	—
Фишера . . . . .	—	17—20°	2—4	36	80	27	0	—	—
Comité consultatif de France . . . . .	—	8,4—11,2°	2	40	5—30	—	—	—	—
Швейцарских химиков . . . . .	500	—	2,5	20	—	—	0	0,02	—
Тимана и Гертнера . . . . .	500	18—20°	1,5—4,5	20—30	80—100	5—15	0	0	—
Паркса . . . . .	858	—	1,1	87	111,5	—	0	0	—
Швейцарского союзного совета 1909 г. . . . .	500	—	1,5	20	—	20	0	0	—
Клюта 1911 г. . . . .	500	18°	3,0	30	60	30	0	1,0	—
Флюгге 1912 г. . . . .	500	19°	2	30	100	15	Следы	Следы	—
Французск. земледельч. об-ва 1912 г. . . . .	500	—	2	40	—	—	—	—	—
Эрисмана . . . . .	500—600	18—20°	2—3	20—30	80	30—40	Следы	Следы	—
Буткевича для Днепропетровска . . . . .	2 000	60°	6—7	200—300	—	—	—	—	—
Артезианские воды Москвы по данным И. Р. Хещрова и Л. А. Михайловской (среднее из 203 анализов)—Труды Московского санитарного института, 1926 г., вып. 1.									
Верхнекаменноугольный горизонт . . . . .	231	10,7°	1,6	9,4	14,9	0,04	Следы	От 0,2	От
Среднекаменноугольный горизонт . . . . .	319	14,8°	1,2	7,3	32,7	0,5	»	до 0,5	сле-
Нижнекаменноугольный горизонт . . . . .	457	17,2°	0,67	9,0	145,8	0—1,0	»	в сред-	дов
								нем	до 0,2

с фенолфталеином до явственно красного окрашивания точно отмеренное количество известковой воды установленной крепости. Определив титр мыльного раствора, можно им пользоваться для исследования общей щелочности В. Для этого сначала определяют временную жесткость титрованием воды  $\frac{1}{10}$  N раствором HCl (с метилоранжем). Вытеснив из раствора сильным током воздуха углекислоту, его точно нейтрализуют и прибавляют к нему мыльного раствора до появления красного цвета. Число потраченных см<sup>3</sup> мыльного раствора, умноженное на поправку мыльного раствора, выразит общую жесткость В. От временной жесткости вода м. б. освобождена путем кипячения; при этом бикарбонаты разлагаются с выделением газообразной CO<sub>2</sub> и осадка CaCO<sub>3</sub> (накипь). Но и после кипячения в растворе останутся соли, обуславливающие постоянную жесткость: CaSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub> и MgCl<sub>2</sub>. Чтобы освободить воду от этих солей, а равно чтобы освободить В. без нагревания от временной жесткости, ее подвергают очистке (см. ниже).

В табл. 9 приведены нормы питьевой В. и сравнит. характеристика артезианских вод Москвы. Относительно методов бактериологии и биологии, исследования питьевой В. см. *Микробиология техническая*.

Лит.: \*) Landolt-Börnstein, Physik.-chemische Tabellen, В. 1, р. 362, В., 1923; \*) Bridgman, «Ztsch. f. anorgan. Chemie», В. 77, р. 377, 1912. \*) Стандартные методы исследования питьевых и сточных вод, НТО ВСНХ, М., 1927 (весьма полная методика исследования, сокращенно излагаемая в настоящей статье; и принципы оценки вод; приведена обширная лит.); Хлопин Г. В., Химические и микробиологические методы санитарного исследования питьевых и сточных вод, II., 1918; Волжин В. А., Анализ воды, СПб., 1912; Дост К. и Гилгерман Р., Практическое руководство к исследованию питьевых и сточных вод, М.—П., 1922; Бруевич С. В., Коршун С. В., Озеров С. А. и Хещев И. Р., Исследование питьевых вод, М., 1925; Ehrhaim F., Anorganische Chemie. Dresden u. В., 1926; Biedermann K. u. Roth W. A., Chemiker-Kalender, В., 1928; Abegg R. und Auerbach F., Handbuch d. organischen Chemie, В. 2, Abt. 1, р. 55, Lpz., 1908. **Б. Беркенгейм.**

### III. Вода в природе.

Существуют две теории образования подземных вод: инфильтрационная и конденсационная. По первой теории они происходят от выпавших на землю атмосферных осадков, к-рые и проникают на разные глубины. По второй теории, существование В. в земной коре обусловлено осаждением водяных паров из воздуха, проникающего в землю. По глубине залегания В. различают: почвенные, глубинные и артезианские. Почвенными В. называются атмосферные воды, задерживающиеся в пустотах верхних слоев почвы. Такие В. почти не минерализуются, но в значительной степени растворяют гумусовые составные части почв, содержат много органических веществ и поэтому мало пригодны в качестве питьевой В. Если атмосферные воды, не задерживаясь в верхних слоях почвы, опускаются по грунтам ниже зимнего промерзания почвы до водонепроницаемого пласта, вдоль к-рого они затем направляются, то такие воды называются грунтовыми. Эти воды при своем опускании часто проходят через дренирующие породы—

пески, песчаники, известняки, продолжают движение по этим пластам, получаясь тогда название водоносных пластов, и, фильтруясь в этих последних от органических и других загрязнений, превращаются в хорошие питьевые В. Очень часто грунтовые воды при своем передвижении попадают в такие условия, что легко минерализуются, и тогда получаются грунтовые минеральные воды. Когда грунтовые В. не ограничиваются движением по первому водонепроницаемому пласту, или когда этот последний имеет большой уклон и входит под толстые наносы, или же, наконец, когда вследствие разрыва пласта воды попадают в другие пласты и по ним опускаются ниже горизонта постоянной t° почвы данного района на большие глубины, то в этих случаях В. называются глубинными. Глубинные В. еще более способны минерализоваться и насыщаться газами (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, N, O и др.), и при известном расположении пород получают свободный напор, а при больших глубинах и высокую t°. Глубинные воды с напором, выводимые на поверхность земли буровыми скважинами, называются артезианскими.

Почвенные воды в земной коре не остаются в покое, а, наоборот, пребывают в постоянном движении, при чем это движение редко соответствует поверхностному рельефу местности, а зависит от расположения пород и всех дислокационных явлений. Движение В. по пластам можно уподобить широким потокам (пластовые воды), а по трещинам пород—движению воды в трубах (трещинные воды); как и в трубах, в трещинах могут возникать временные задержки от скопления газов.

В практике часто необходимо знать количество подземных вод в данном районе, но теоретическое исследование, напр., пластового движения подземных вод возможно только при некоторых предположениях относительно свойств водопроницаемого пласта. Если предположить, что он состоит из однородного вещества, например из гравия с зернами одинакового и небольшого размера, то можно принять для движения подземных вод зависимость:  $v=ka$ , где  $v$ —скорость течения,  $a$ —уклон и  $k$ —некоторый коэффициент, определяемый опытом и зависящий от величины отдельных зерен гравия. В действительности же такая однородность зерен встречается редко; поэтому величину  $k$  установить трудно. Тем не менее для практических целей применяют разные приемы определения скорости потока, его формы, уклона и пр. Так, с помощью буровых скважин определяют поверхность (скатерть) подземных вод и изображают ее для известного момента на плане в горизонталях. Форма поверхности позволяет сделать заключение о направлении течения и уклона потока; если известно значение  $k$  (например его величина определена тем же бурением, выясняющим свойства горизонта), то при известной высоте и ширине поперечного сечения потока можно вычислить и расход подземных вод. В практике определение мощности потока поверхностных В. производится иногда путем выкачивания

18 24 30 36 42 48 54 60 66 72

**КАРТА РАЙОНОВ**  
**ФАКТИЧЕСКОГО И ВОЗМОЖНОГО**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**  
**АРТЕЗИАНСКИХ И ГЛУБОКИХ**  
**ГРУНТОВЫХ ВОД**  
**ЕВРОП. ЧАСТИ СССР**  
 Масштаб 1:70 000 000

0 100 200 300 км

64

58

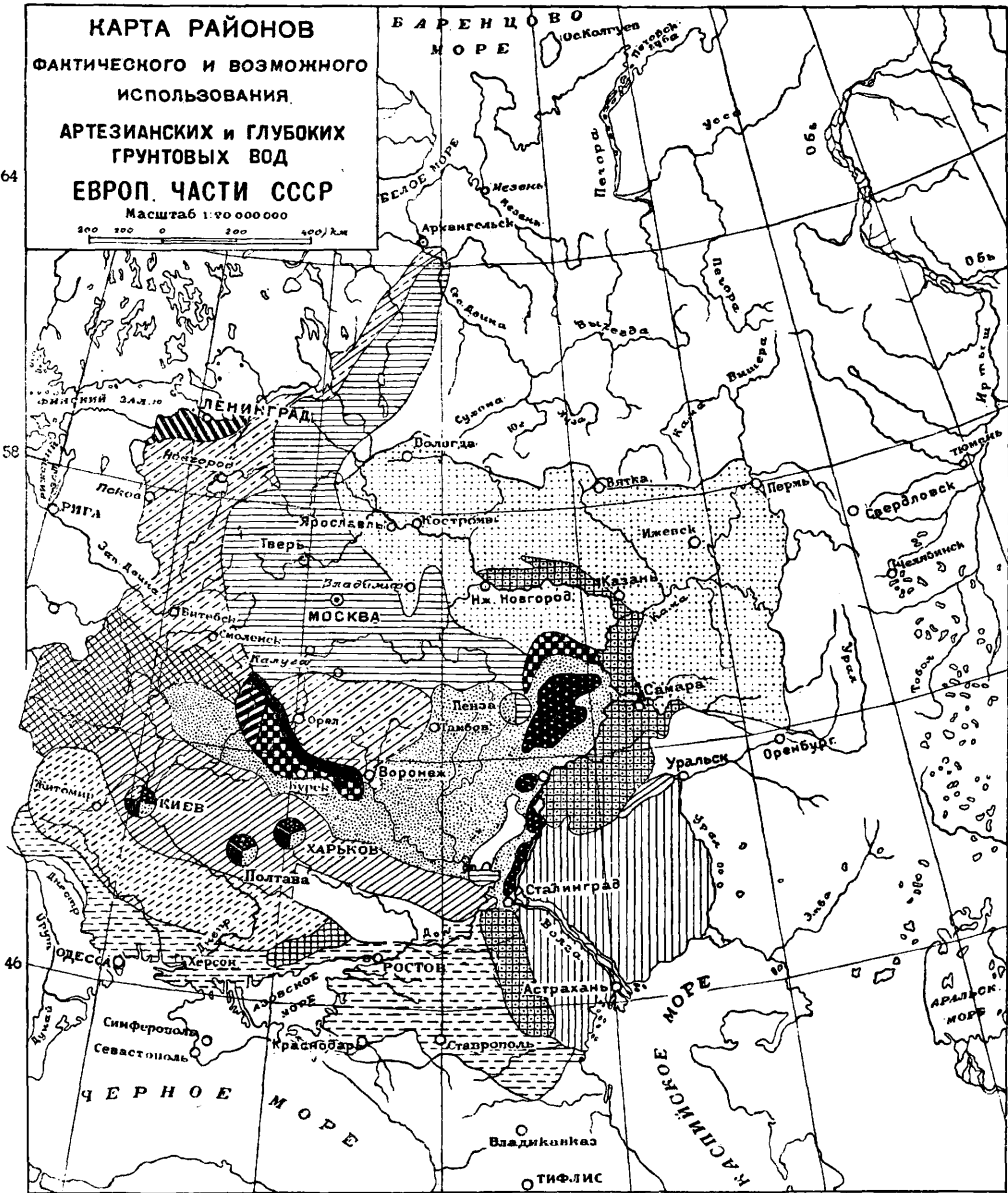
46

64

58

52

46



	Юрские воды.		Юрские и меловые.		Каспийские.		Воды в трет. и послетретич. отложениях на границах.		Глубокие буровые скважины.
	Нижнетретичные.		Послетретичные.		Каменноугольные.		Верхнетретичные.		
	Девонские, юрские и меловые.		Воды в послетретичном отложении и продуктах разложения гранит, девонских и мелов.		Меловые и нижнетретич.		Меловые.		
	Воды кембрийских и силурийских отложений.				Девонские.		Пермские.		

36

42

48

54



постоянного объема  $V$ . из пробного колодца в течение продолжительного времени и наблюдения происходящей при этом депрессии. Среднюю скорость движения подземных  $V$ . можно определить, если в одной буровой скважине опустить в поток поваренную соль или флуоресцеин, а в другой, удаленной от первой по уклону на расстояние  $a$ , определить появление наибольшего содержания поваренной соли или же с помощью флуороскопа констатировать наибольшее окрашивание вод. Тогда, зная число секунд  $T$ , прошедшее между моментами выпуска соли или флуоресцеина и появлением их, можно вычислить скорость движения воды  $v = \frac{a}{T}$ . Умножая  $v$  на площадь попереч-

сечения потока, можно получить непосредственно и расход подземных вод (в предположении, конечно, однородности вещества водоносного слоя). При водоснабжении городов глубинными или грунтовыми водами важно знать точно количество используемой воды, для чего необходимо с возможно большей точностью определить скорость движения подземных вод; кроме того, необходимо изучить колебание уровня подземных вод в зависимости от переменных соотношений между атмосферными осадками и испарением.

Подземные  $V$ . используются для питья как лучшие по качеству и часто единственные воды для больших населенных центров, а затем для разных отраслей промышленности. Вопрос о том, обеспечено ли удовлетворение потребностей человека запасом подземных вод решается на основании существующих данных в положительном смысле. Если взять европейскую часть СССР как наиболее изученную в гидрогеологическом отношении, то окажется, что здесь существуют весьма благоприятные условия для накопления и передвижения по ним громадных запасов подземных вод. Изучение большого геолого-петрографического материала, добытого буровыми скважинами, дает возможность выделить на этой площади районы фактич. и возможного наличия подземных вод. На карте А. Н. Семихатова (см. ст. 817—818) нанесены районы нахождения подземных  $V$ . в породах соответственно возрасту последних. О количестве  $V$ ., выбираемой в отдельных районах, возможно судить, конечно, по фактическим данным потребления. Например, в московском водоносном бассейне, представляющем огромную впадину, заполненную осадочными отложениями каменноугольной системы и занимающую площадь, на которой расположены губернии: Московская, Тверская, Калужская, Тульская, Рязанская, Новгородская и Архангельская,—подземные воды залегают в толщах каменноугольных известняков, при чем воды циркулируют, если известняки пористы, в самой толще слоев или же по трещинам. В толщах известняков этого бассейна существует несколько артезианских горизонтов. Наиболее изученной является водоносность Москвы и ее окрестностей, где имеется несколько десятков глубоких скважин с притоком самоизливающейся воды от 6 150 до

455 000 л в час. Зарегистрированные 27 буровых скважин Москвы доставляют в час более 2 189 270 л с глубин водоносного горизонта от 37 до 65 м.

Подземные воды весьма различны по качеству не только в разных районах, но и в разных горизонтах одного и того же района. Наприм., для Московского бассейна воды Москвы имеют жесткость 15,5—18° нем., в Самаре воды из пермских известняков—до 57° нем., в Казани—до 145° нем. и т. д. Хотя московские  $V$ . характеризуются умеренной жесткостью, но благодаря существованию поглощающих, т. е. служащих для отвода отработанных вод, колодцев, опущенных на водоносный горизонт, воды последнего сильно загрязнены и употребляются главным образом для хозяйственных и технических надобностей.

#### IV. Минеральные воды.

А. Естественные минеральные  $V$ . Всякая  $V$ ., исключая хорошо перегнанной и химически очищенной, содержит в растворе большее или меньшее количество минеральных веществ. В гидрогеологии и бальнеологии подземные воды, содержащие в 1 л не менее 1 г растворенных минеральных веществ, называются минеральными водами. Эти воды выделяются в особый отдел подземных вод, так как имеют большое и разнообразное лечебное применение. В практике, правда, не всегда строго выдерживается установленное определение минеральных вод, и некоторые  $V$ . с меньшим содержанием солей, но способные оказывать лечебно-физиологич. действие на организм человека благодаря радиоактивности или присутствию газов ( $\text{CO}_2$ ), также называются минеральными  $V$ ., хотя правильнее называть их лечебными. В зависимости от растворенных солей минеральные  $V$ . могут иметь некоторые особенности в своих физико-химич. свойствах. Уже при толщине слоя в 0,2 мм они делаются голубоватыми от коллоидальной серы, желтоватыми и красноватыми от гуминовых частиц, от многосернистых щелочей, черноватыми от сернистого железа и т. д. Прозрачность минеральные  $V$ . сохраняют лишь тотчас по выходе из пород, а с уменьшением давления и с улетучиванием газов они мутнеют и делаются белесыми от раствора углекислых земель, опалесцируют от коллоидального раствора кремнезема и т. д. Вкус минеральных вод также бывает различен: кислый от  $\text{CO}_2$ , соленый от  $\text{NaCl}$ , горький от солей  $\text{Mg}$ , вязущий от солей  $\text{Zn}$ , щелочной от углекислых щелочей. Многие минеральные воды имеют запах тухлых яиц от  $\text{H}_2\text{S}$ , иодформа—от углекислых щелочей. Вследствие преломления света в плавающих тонких пластинках соли на поверхности минеральных вод появляется побегалость. Пресные  $V$ . замерзают при 0°, минеральные же  $V$ ., с содержанием, напр., 58,5 г  $\text{NaCl}$  в 1 л, замерзают при  $-3,42^\circ$ . Физик Скюттенен доказывает присутствие в минеральных  $V$ . электрич. напряжения, т. е. возникновение электрич. тока при соединении минеральной  $V$ . в сосуде с землей посредством проводника, при чем  $V$ . заряжается отрицательно, а земля

положительно; силу возникающего тока, по его мнению, можно определить чувствительным гальванометром. Кроме того, не подлежит сомнению электропроводность минеральных вод, при чем Кольрауш установил даже ее величину для разных минеральных вод.

Все элементы, встречающиеся в растворе в минеральных В., могут быть разделены на 3 группы: 1) встречающиеся очень редко и в малых дозах: золото, платина, цинк, хром, никель, уран, барий и т. п., 2) встречающиеся часто, но в небольших количествах: железо, стронций, марганец, иод, бром, фтор, мышьяк и т. п. и 3) элементы, встречающиеся часто и в больших количествах: кальций, магний, натрий, калий, алюминий, сера, хлор, кремний и т. п. Кроме того, в воде часто находятся в растворе и газообразные тела: кислород, азот, водород, уголекислота, сероводород, воздух, гелий, аргон и др. Пока из 77 химич. элементов в составе минеральных В. не встречено только 16. Как бы глубоко в земле ни находились подземные В., получая возможность минерализоваться и приобретать высокую  $t^\circ$ , все же подземное движение минеральных вод заканчивается выходом их на поверхность. Эти выходы бывают естественные (источники, ключи) и искусственные (колодцы, буровые скважины). Утилизация минеральных вод, конечно, производится у устья источников; поэтому местоположение устья очень важно для гидротехника, так как его надо обеспечить в смысле прочности, постоянства и удобства охраны, что достигается укреплением выхода источника («каптаж»). Разумеется, выходы источников в болотах, озерах и тальвегах долин являются наиболее затруднительными для каптажа и использования.

Воды минеральных источников классифицируют: 1) по  $t^\circ$  и 2) по химич. составу. По  $t^\circ$  разделяют воды так: если движение минеральных вод происходит в слоях, где  $t^\circ$  не ниже средней годовой, колеблющейся между  $10^\circ$  и  $20^\circ$ , то источники называются нормальными по  $t^\circ$ . Источники с  $t^\circ$  ниже нормальной называются холодными, или гипотермами (напр. В. ледниковых потоков или В., циркулирующие в почвах с вечной мерзлотой, как Ямаровские, Дарасунские с  $t^\circ$  1,2—0,5°). Источники с  $t^\circ$  выше средн. годовой называются теплыми, или термами ( $20^\circ$ — $50^\circ$ ). Выше  $50^\circ$  источники называются горячими. Геолог Э. Зюсс подразделяет горячие источники, кроме того, на гейзеры, т. е. периодически бурно действующие кремнекислые источники, и спрудели, т. е. спокойные и постоянно действующие. Темпера минеральных источников колеблется в широких пределах, от  $0,5^\circ$  (Дарасунский) до  $100^\circ$  (Бананинский на Камчатке).

По химическ. составу имеется несколько группировок минеральных В. Русские бальнеологи и химики основывают деление минеральных вод на физиологич. действия их главных составных частей на организм человека. По этим признакам различают следующие группы минеральных вод: 1) щелочные, 2) В. поваренной соли, 3) железные,

4) мышьяковистые, 5) горькие, 6) сернистые, 7) известковые и землястые и 8) химически безразличные, или акратотермы. Каждая из этих групп характеризуется какой-либо преобладающей составной частью, но в деталях каждая группа разделяется на классы.

1) Щелочные воды, характеризующаяся преобладанием углекислого натра и  $\text{CO}_2$ , подразделяются, в зависимости от других солей, на следующие классы: а) углекислые с преобладанием  $\text{CO}_2$  (Нарзан, Мариенбад); б) щелочно-углекислые с преобладанием  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{CO}_2$  (Боржом, Виши); в) щелочно-соляные, в к-рых, кроме предыдущей соли, содержится и  $\text{NaCl}$  (Ессентуки, Эмс); г) щелочно-глауберовые с преобладанием  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Карлсбад, Слещовские). 2) Группа В. поваренной соли, в зависимости от содержания  $\text{NaCl}$ , подразделяется на классы: а) слабые В., с содержанием соли не более 1,5% сухого остатка (Старая Русса, Соден); б) крепкие воды, с содержанием соли не менее 1,5% (Дакс, Наугейм). Выше 2,5—3% получается уже рассол, или рапа (Баскунчак). 3) Железными В. принято называть лишь такие, в которых содержится на л не менее 0,03 г железа в виде двууглекислой закиси. Эти воды подразделяются по преобладанию той или другой второстепенной соли на: а) чистые железные воды (Липецк, Спа), б) железно-щелочные, содержащие, кроме Fe, также и щелочи (Мзымтинские, Францесбад), в) железно-соляные (Столыпинские, Ноденталь), г) железно-известковые (Железноводск, Ямаровск), д) железные с сернокислой закисью железа (Левико, Змеевские). 4) Мышьяковистыми В. называют такие, к-рые содержат As в количестве, достаточном для лечебного действия, и лучшими считаются сочетающие As со щелочами (Ронченко, Вистор-Цер, Хасиевский). 5) Горькие В., главная составная часть к-рых  $\text{MgSO}_4$  с примесью также и  $\text{NaCl}$  (Баталинский, Гунияди-Янос). 6) Сернистые В. характеризуются содержанием  $\text{H}_2\text{S}$  и сернистых металлов Na, Ca, Mg, K и др. Эти В. подразделяются по  $t^\circ$  на: а) горячие (Горячеводские  $90^\circ$ , Экс  $77^\circ$ ), б) теплые (Пятигорск, Барек) и в) холодные (Сергиевские  $8^\circ$ , Буйские). 7) Известковые В. с преобладанием в их составе  $\text{CaSO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ , а также с содержанием солей Mg (Джелал-Абад, Коптрексвилль). 8) В. с незначительным содержанием солей имеют обычно менее 1 г солей на л, и лечебное значение таких вод обуславливается: темп-рой, присутствием  $\text{CO}_2$  и, часто, радиоактивными свойствами (Абас-Туманские, Туркинские, Теплиц). Кроме упомянутых групп, следует отметить еще: кремнекислые источники, содержащие  $\text{SiO}_2$  (гейзеры Исландии и Новой Земли), борные источники, с содержанием борной к-ты (Тосканские фумаролы), и радиоактивные источники, содержащие в растворе радиоактивные вещества. Минеральные воды приобретают эту радиоактивность от радиоактивных горных пород—гранитов, известняков, трахитов и др. Радиоактивность В. определяют особыми приборами (электроскопы, фонтантоскопы) и выражают у нас в единицах Махе.

Радиоактивность В. измеряется по величине тока насыщения в *фонтактоскопе* (см.) в результате ионизирующего действия эманации из одного л В. Если сила тока = 1 000 эл. ст. ед., то радиоактивность такой В. равна 1 единице Махе (1 МЕ). Во Франции радиоактивность измеряется единицей Кюри, представляющей такое количество RaEm, которое находится в равновесии с 1 г чистого металлического Ra. Единица Кюри равна 2,75·10<sup>9</sup> единиц Махе. Минеральные воды обычно содержат чрезвычайно мало RaEm, поэтому для воды пользуются единицей Махе (МЕ). Установлено, что: а) холодные воды содержат более RaEm, чем теплые и горячие; б) менее насыщенные солями В. более радиоактивны, поэтому химически безразличные В. содержат много RaEm; в) сернистые В. чаще содержат RaEm, чем В. друг. соединений; г) источники с малым притоком более радиоактивны, чем с большим. В виду малой изученности физиологич. действия радиоактивных В., а с другой стороны, в виду многих редких особенностей этих свойств, источники даже с минимальным содержанием RaEm часто считают уже радиоактивными. Норден предлагает классифицировать источники по содержанию RaEm так: 1) сильно радиоактивные, с содержанием 100 и более МЕ (единиц Махе); 2) умеренно радиоактивные—от 50 до 100 МЕ и 3) слабо радиоактивные—от 20 до 50 МЕ. При содержании ниже 20 МЕ источники уже не считаются радиоактивными. Наиболее известные радиоактивные источники: 1) Брамбах—содержит до 2 270 МЕ, 2) Иохимсталь—содержит от 115 до 2 884, а в среднем—600 МЕ, и 3) теплосерные в Пятигорске—в отдельных пунктах до 560 МЕ, а в среднем 60 МЕ.

Число минеральных источников с самыми ценными качествами в лечебном отношении в СССР очень велико и по отдельным районам они исчисляются не десятками, а сотнями; например, в районе Кавказского хребта зарегистрировано их до 400, в Уральской области—более 300.

Выделения минеральных источников как твердые, так и газообразные эксплуатируются также и в промышленных целях. Твердые выделения минеральных источников весьма разнообразны по качеству и достигают громадных размеров. Гипсовый источник Лоренц выносит в год до 6 700 т твердых солей, Карлсбад—до 5 500 т, Нарзан—25 т. Твердые накопления источников образуют иногда целые горы, как, напр., пятигорские известковые отложения (травертины). Отложения соленых источников дают большие накопления NaCl; железные источники выделяют и накапливают железные руды в виде болотных и озерных; гейзеры дают колоссальные накопления кремнекислых отложений. Газообразные выделения минеральных В. также имеют практическое применение: свободная углекислота больших источников идет для газирования разных минеральных В. Кроме того, угольная кислота, скинженная под большим давлением, вывозится также для разных целей в особых баллонах. Наконец, многие ценные в лечебном отношении минеральные во-

ды, кроме применения на месте, экспортируются после искусственного газирования.

В СССР как минеральные источники, так и местности, где эти источники находятся, если НКЗдрав признает их имеющими общегосударственное значение, ограждаются от порчи и истощения, для чего устанавливаются округа горной охраны. Границы горной охраны намечаются после геологических исследований и устанавливаются законодательным порядком. Принято устанавливать три зоны охраны: горной, санитарной и охраны лесов. В округах охраны проводится целый ряд закрепительных мероприятий.

Табл. 10 содержит некоторые данные для оценки значения минеральных В. в СССР.

Табл. 10. — Количество отпущенных лечебных процедур на курортах СССР.

Годы	Общее число отпущ. процедур	Из них—грязевых ванн
1921 . . . . .	1 641 619	183 438
1922 . . . . .	1 021 370	257 600
1923 . . . . .	1 984 208	308 272
1924 . . . . .	2 643 315	430 195
1925 . . . . .	4 266 523	520 827
Итого . . . . .	11 557 035	1 706 322

Не менее показательны в этом отношении цифры экспорта кавказских минеральных В.

Разлив и вывоз кавказских минеральных В. в бутылках возник еще с 80-х гг., и в 1899 г. было отправлено 700 000 бутылок. Но быстрый рост экспорта начался с 1900 г., когда была перестроена разливная в Кисловодске согласно требованиям техники того времени: был устроен завод жидкой СО<sub>2</sub> из естественного газа источника «Нарзан», и все минеральные В. газировались ею. Развитие экспорта характеризуется табл. 11.

Табл. 11. — Экспорт кавказских минеральных вод.

Годы	Продано в бутылках	Валов. доход (рублей)	Прибыль (рублей)
1909 . . . . .	7 959 257	776 353	241 173
1910 . . . . .	12 103 173	1 209 056	378 779
1911 . . . . .	14 845 721	1 481 861	435 850
1912 . . . . .	16 169 297	1 652 491	447 741
1913 . . . . .	17 779 835	1 817 531	554 900
1922 (лет. сезон) *	1 240 000	—	—
1922/3 . . . . .	2 998 000	—	—
1923/4 . . . . .	5 066 000	—	—
1924/5 . . . . .	12 456 000	—	—
1925/6 . . . . .	17 863 000	—	—
1926/7 . . . . .	22 000 000	—	—

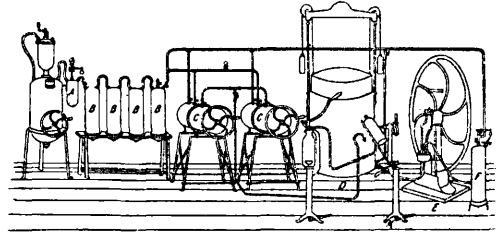
\* В революционное время разлив и продажа прекратились, и только в 1922 г. они были снова организованы.

из которой видно, что экспорт кавказских минеральных В. уже в 1925/26 г. достиг довоенного размера и продолжает быстро возрастать. На 1927/28 г. было намечено к продаже 27 000 000 бут. Среди экспортируемых вод собственно лечебные составляли в доореволюционное время 12%, а в настоящее

время до 35%; остальное количество приходится на № 20 и Нарзан. Считая на каждого пользующегося экспортной минеральной водой 30 бут., можно принять, что в 1927 г. более 700 000 чел. могли пользоваться натуральной лечебной В.

Б. Искусственные минеральные В. Кроме естественных минеральных В., население, особенно в южных жарких местах, потребляет в значит. количествах искусственные минеральные В.: лечебные воды, шипучие напитки, фруктовые воды, лимонады, квасы и пр. Мысль приготовить искусственные минеральные воды, в подражание натуральным, появилась у разных химиков еще в 16 в., но только в начале 19 в., благодаря целому ряду строго научных анализов натуральных вод (Фрезениус, Либих, Берцелиус и др.), приготовление искусственных минеральных В. значительно усовершенствовалось. В 1821 году химик Ф. Струве приготовил карлсбадскую воду, которую Фарадей не мог отличить от натуральной. Искусств. минеральные В. по своему составу более или менее подходят к В. тех естественных минеральных источников, названия к-рых они носят. При фабрикации газовых В. главными факторами являются  $\text{CO}_2$  и вода. Степень растворимости  $\text{CO}_2$  в В. зависит от  $t^\circ$  и давления. При обычных условиях, т. е. при  $t^\circ$ , равной  $19^\circ$ , и 760 мм давления, один объем воды растворяет равный себе объем  $\text{CO}_2$ , а при более низкой  $t^\circ$  и большем давлении В. может растворить гораздо больше газа. Этим и пользуются для приготовления шипучих напитков:  $\text{CO}_2$  поглощается водой под усиленным давлением, и в этом виде В. сохраняется в плотно закупоренных бутылках. Для приготовления шипучих, а главное—минеральных вод следует брать стерилизованную воду, но так как стерилизация обходится дорого и требует много времени, то для приготовления шипучих В. обыкновенно употребляют лишь фильтрованную В., но при этом, конечно, д. б. производима и бактериол. очистка для удаления микроорганизмов. Образцовое приготовление искусственных минеральных В., а равно и шипучих напитков, складается из нескольких операций, но в общем все производство представляет одну непрерывную цепь таких аппаратов (фиг. 1): 1) производитель или выделитель А, где готовится  $\text{CO}_2$  из разных материалов (мрамор, известняк, доломит, мел, магнезит); 2) промыватель В, через который пропускают  $\text{CO}_2$  для освобождения ее от примесей органических веществ,  $\text{H}_2\text{S}$ , сернистой кислоты и окиси азота [промывателей д. б. не менее трех, но еще лучше иметь их шесть, заполненных: а) водой для охлаждения и очистки, б) 5%-ным раствором соды  $\text{NaHCO}_3$  для нейтрализации случайной кислоты, в) 5%-ным раствором железного купороса  $\text{FeSO}_4$  для удержания  $\text{H}_2\text{S}$ , г) 1%-ным раствором марганцовокислого калия  $\text{KMnO}_4$ , д) углем для удержания органических примесей и е) дистиллированной

В. для промывки]; 3) приемник, или газометр D, куда  $\text{CO}_2$  переходит после очищения; 4) сатуратор C, к-рый служит для насыщения В. углекислотой под давлением более 6 *Atm* и потому д. б. снабжен предохранительным клапаном. Снабженная в сатураторе минеральная или шипучая В. переходит по оловянным трубкам в разливочные станки K. Кроме того при аппаратах имеется насос E для накачивания в цилиндры воды, пропускаемой иногда через угольный



Фиг. 1.

цилиндр F. Кроме описанного аппарата (Струве), существуют и другие конструкции. напр. Германа Лашапеля с нагнетательным насосом или система Карбонатик, в к-рой насыщаемая В. превращается в пыль, при чем из нее сначала выделяется воздух, а затем она насыщается углекислотой.

Из искусственных минеральных В. наибольшее распространение имеют сельтерская и содовая. Химич. состав этих вод постоянен, что видно из анализов В. московских заводов (табл. 12). Из анализов видно, что сельтерская В. по составу солей крепче содовых. Но отсутствие определенных норм для состава искусственных минеральных В. отражается на качестве изготовляемых В. Разновременно проведенные в Москве, Петербурге и Одессе санитарные осмотры заведений искусственных минеральных и шипучих В. обнаружили очень много недочетов как в способах приготовления, так и в качестве материалов. Причины недоброкачества этих напитков, в особенности на небольших предприятиях, бывают следующие: 1) неудовлетворительность аппаратов для приготовления  $\text{CO}_2$ , обуславливающая примесь к последней атмосферного воздуха и понижающая вкусовые свойства; 2) плохое содержание и редкая очистка фильтров; 3) недоброкачество материалов для получения  $\text{CO}_2$ ; 4) грязное содержание промывных приборов и употребление недистиллированной воды, применение недуженных

Табл. 12.—Анализы шипучих вод московских заводов (в 2 на 1 л воды).

Составные части	Содовая			Сельтерская		
	средн.	макс.	мин.	средн.	макс.	мин.
Сухой прокаленный остаток . . . . .	2,773	4,083	1,515	3,622	4,472	2,473
Известь . . . . .	0,0908	0,2752	0,0140	0,1490	0,4165	0,0524
Магнезия . . . . .	0,0437	0,1653	Слезы	0,0668	0,2362	0,0175
Серная кислота . . . . .	0,0327	0,2274	0,0050	0,0709	0,2404	0,0040
Хлор . . . . .	0,8071	1,0155	0,3330	1,2645	1,4253	0,8700
Натрий . . . . .	1,4107	2,0680	0,7369	1,7235	2,2440	1,0606
Кислород на окисл. органич. веществ . . . . .	0,0024	0,0048	0,0009	0,0027	0,0044	0,0018
Углекислота . . . . .	0,5795	1,0450	0,2340	0,4933	0,8530	0,2067

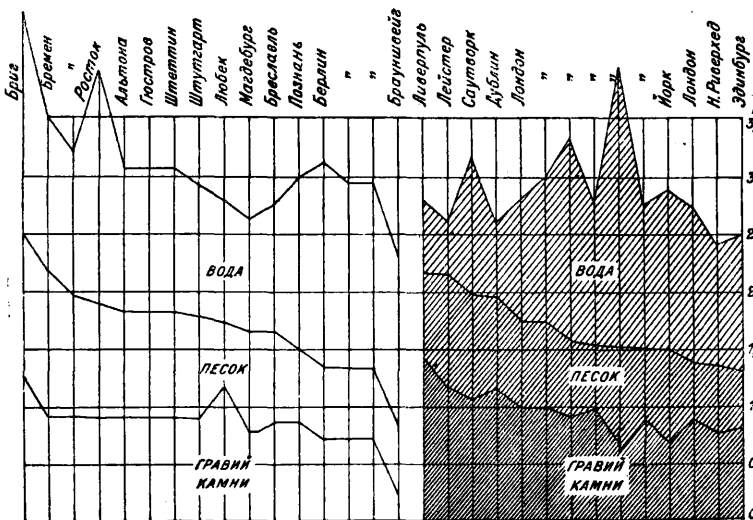
газометров и сатураторов; 5) недостаточная промывка бутылок, сифонов и пр.

Вообще говоря, искусственные лечебные В. не могут заменить собою естественных, т. к. сложные составы последних нет возможности воспроизводить искусственно. Не раз случалось, что с успехами науки действие многих минеральных В. получает новое освещение и новое применение. Напр., до открытия радиоактивности могучее действие теплосерных источников (Пятигорск) не имело объяснения, искусственные же воды, вполне аналогичные по химич. составу с водами этих источников, были бы совершенно лишены этого действия.

Лит.: М у ш к е т о в И. В., Физическая геология, ч. II, СПб, 1888; О п л о к о в Е. В., Режим грунтов г. Нежина в связи с метеорологич. элементами, «Почвоведение», СПб, 1900; С е м и х а т о в А. Н., Артезианские и глубокие грунты воды европ. части СССР, Москва, 1925; А в е р к и е в Н. Д., Питьевая вода в местностях расположения рудников, фабрик и заводов Донецкого бассейна и методы ее улучшения, СПб, 1911; З и м и н Н. П., Умягчение воды посредством цеолитов. Слособ проф. Ганса, М., 1911; Д р о з д о в В. А., Сточные воды мануфактурной промышленности и их очистка, «Вестник инженеров», П., 1915; Б е р т е н с о н Л., Лечебные воды, грязи и морские купанья в России и за границей, СПб, 1901; П о л я к о в Р. И., Какковы наши искусствен. минеральные шипучие воды и сиропы, Одесса, 1900; S l i c h t e r C. S., The Motions of Underground Waters, U. S. Geol. Survey, Water Supply and Irrigation, Paper 67, Wsh., 1902; T h i e m G., Hydrologische Methoden, Leipzig, 1906; К р е б с W., Grundwasserbeobachtungen im Unterelbischen Gebiete, Berlin, 1892; F r a n k L., Beziehungen zwischen Regenfall und Quellenergiebigkeit, usw., «Mittel d. Geolog. Gesellschaft zu München», München, 1911. В. Сергеев.

## V. Очищение воды.

**A. Питьевая вода.** Для очищения питьевой В. применяются следующие способы: 1) отстаивание в специальных отстойных бассейнах, играющих также роль сборников воды,



Фиг. 2.

2) фильтрование с предварительным отстаиванием или с предварительным коагулированием и отстаиванием и 3) обезжелезивание воды; последнее производится в случаях заметного содержания железа в питьевой воде. Кроме того в целях полной дезинфекции В. нередко подвергается обработке раз-

личными реактивами (хлором, хлорной известью, перекисью водорода и пр.), ультрафиолетовыми лучами или озонном.

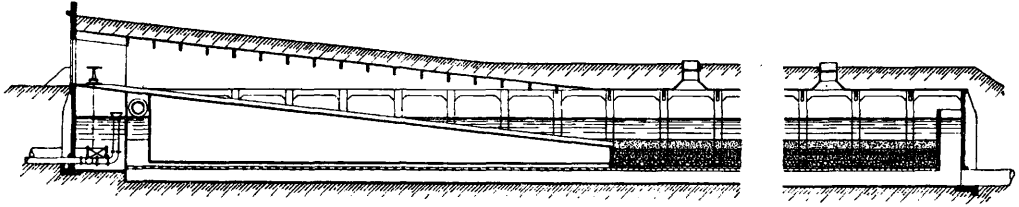
1) Отстаивание—см. *Водоснабжение*.

2) Фильтрование питьевой В. Различают медленное (английское) и быстрое (американское).

Английское медленное фильтрование. Более крупные установки англ. песочных фильтров имеют отстойные бассейны, рассчитанные на 12—24-часовое пребывание в них осветляемой воды. Сущность процесса фильтрования заключается в том, что сырая В. после той или иной ее подготовки пропускается через промытый речной песок, состоящий из крупинки, размеры которых постепенно увеличиваются сверху вниз. На фиг. 2 приведены высоты напора и мощности слоев фильтрующего песка, кварца и подпорожного камня, применяемые в водоснабжениях различных городов. Фильтр удерживает не только механические примеси, но и до 99% всех содержащихся в сырой воде бактерий; из воды удаляется при фильтровании также часть растворенных органических веществ. После правильно поставленного фильтрования получается прозрачная вода, и если она имела какую-либо окраску, то нередко теряет ее и обесцвечивается. Как показали опыты Пифке, этими ценными свойствами фильтр обязан в значительной мере бактериям и другим низшим животным и растительным организмам, содержащимся как в сырой воде, так и в особенности в илистой пленке, образующейся на поверхности фильтрующего песка, а также в иле самого песчаного слоя. Эти бактерии и низшие организмы играют существенную роль в процессах

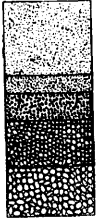
окисления органических веществ и вообще в химических реакциях, которые сопровождают фильтрацию В. и сводятся в своей основе преимущественно к процессам брожения. Работа фильтра ухудшается от размножения водорослей (альг), многочисленные виды которых (до 160) обнаружены в иле фильтров. Т. н. зеленые водоросли, сообщаящие воде неприятный рыбный запах, удаляются из воды прибавлением очень слабого раствора (1 : 4 000 000) сернокисл. меди. Из других видов водорослей особенно быстро закупоривают фильтр диатомовые, или кремневые водоросли, образующие плотную пленку. Противодествием против них служат: обильный свет, энергичная жизнедеятельность низших организмов и обильное выделение кислорода. Песочные фильтры работают главн. обр. своей поверхностью, где образуемая фильтрующая пленка служит местопребыванием для

полезных бактерий и других микроорганизмов. Раньше ей придавали исключительное значение при фильтровании воды, однако позднее признали, что действие фильтрующей пленки не имеет столь решающего значения. На фиг. 3 схематически



Фиг. 3.

изображен англ. песочный фильтр. Песочные фильтры имеют обыкновенно форму прямоугольника, ограниченного кирпичными или каменными стенками и наполненного гравием или песком (фиг. 4). В нижней части фильтра находится несколько слоев гравия: нижний слой—размером ореха (30—60 мм), следующие—размером боба (20—30 мм), гороха (10—20 мм) и т. д., уменьшаясь под конец до размера крупы (3—5 мм). Над слоем гравия находится слой песка, а над последним—определенный слой фильтруемой воды, необходимый для создания гидравлического напора. Слои гравия и песка могут



Фиг. 4.

иметь различные высоты. Средняя мощность слоев водяного столба, песка и гравия—600 мм каждый. Профильтрованная вода спускается вниз и собирается в бассейне для чистой воды.

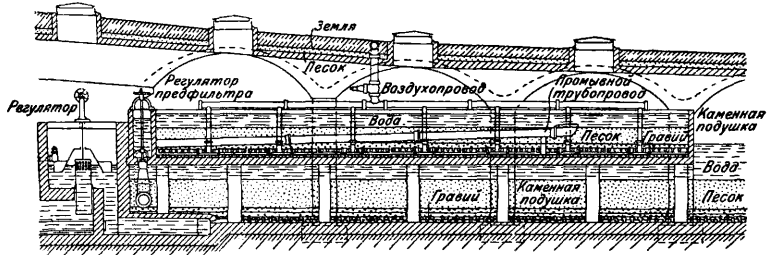
Городские водопроводы снабжены обыкновенно многими подобными фильтрами. По Газену, наивыгоднейшая площадь одного отделения фильтра прямоугольной формы: 2 100—2 400 м<sup>2</sup> для закрытых и 3 300—4 250 м<sup>2</sup> для открытых фильтров; а по Кенигу, в среднем, 2 000—3 000 м<sup>2</sup>. Устройство английских фильтров должно позволять самостоятельное наполнение, опорожнение и чистку каждого отделения. Для правильной работы фильтра необходим песок однородный по размерам и форме. С увеличением размеров зерен и песка скорость фильтрования воды увеличивается, но грубый песок не дает прозрачной воды, свободной от зародышей, а при более мелком песке быстрее образуется фильтрующая пленка. Боковые стенки англ. фильтров снабжены вытяжными трубопроводами для отвода воздуха, накопление которого могло бы разорвать фильтрующую пленку. Англ. фильтры бывают двух типов: открытые и закрытые; последние не замерзают зимой, но в них фильтрующая пленка образуется медленнее и менее совершенно, чем в

открыт. фильтрах; кроме того, их устройство обходится значительно дороже. Различают мнимую и действительную скорость фильтрования. Первая представляет отношение часовой производительности фильтра (в м<sup>3</sup>) Q к площади поперечного сечения фильтра

(в м<sup>2</sup>) F над поверхностью фильтрующего песка:  $v = \frac{Q}{F}$ . Т. к. площадь пор, образуемых фильтрующим песком, составляет примерно около одной трети поперечника фильтра, то действительная скорость фильтрования соответственно больше мнимой скорости (пределы последней 50—100 мм/ч). Работа фильтра признается удовлетворительной, если в 1 м<sup>3</sup> профильтрованной В. содержится не больше 100 бактерий.

Очистка и промывка фильтров производится периодически. Применяемые для этого аппараты основаны на принципе бесконечного винта или эжектора. После промывки фильтр работает не совсем удовлетворительно до восстановления разрушенной при промывке пленки и достаточного заиливания фильтрующего песка. Для восстановления надежной работы фильтра (для его с о з р е в а н и я) требуется продолжительное время.

Недостатки англ. фильтров следующие: громоздкость и дороговизна зданий для фильтров, огромный расход песка, большие потери его (равно как и промывных вод) при чистках и промывках и трудность самих чисток. Кроме того, существенным недостатком является ненадежность работы, особенно в половодье, когда сырая вода сильно загрязнена илом и бактериями; эти примеси



Фиг. 5.

либо прямо проходят через фильтр, либо остаются в фильтре и затем постепенно извлекаются оттуда водой. При мутной или жесткой воде англ. фильтры также дают неудовлетворительные результаты. Созревание фильтра часто связано с большими потерями времени и большим расходом воды.

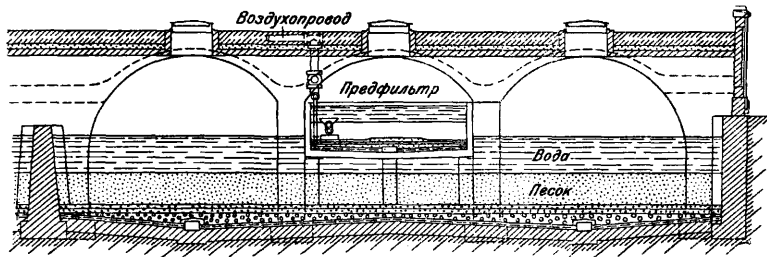
Англ. система получила в последние десятилетия значительное усовершенствование. Так, вместо естественного отстаивания В. в

осветлительных бассейнах стали прибегать к предварительному искусственному осветлению сырой В. путем обработки ее коагулянтам (см. *Водоснабжение*). Существенным успехом явился также переход к многократному фильтрованию, при котором

Английские фильтры, снабженные предварительными фильтрами и применяющие (в паводки) коагулирование, установлены на московской рублевской водокачке.

Америк. быстрое фильтрование связано, прежде всего, с применением коагуляции (см.

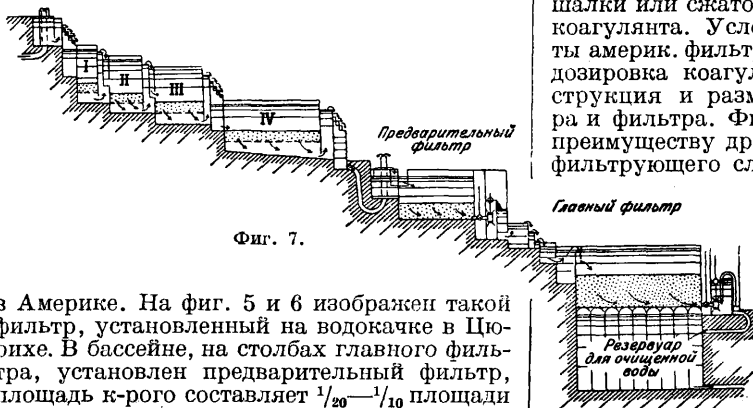
*Водоснабжение*), к-рая быстро осветляет В. и облегчает работу фильтра. В отличие от англ. фильтров, при америк. способе фильтрующая пленка образуется искусственно в течение нескольких минут при помощи прибавляемого к очищаемой воде реактива. Отличительные особенности американ-



Фиг. 6.

стало возможно значительно увеличить скорость фильтрования. Принцип многократ. фильтрования, предложенный Гальбертсма, был вскоре видоизменен в способ двойного фильтрования, которое получило быстрое распространение в Европе и даже

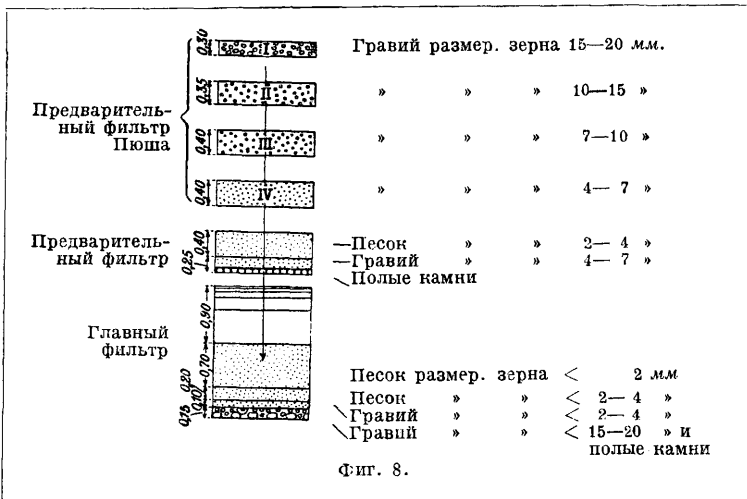
ских фильтров: 1) скорость фильтрации (4—5 м/ч), 2) малая фильтрующая поверхность (в 40—50 раз меньше, чем в обыкновенных английских фильтрах), 3) легкая очистка всего фильтрующего материала в самом фильтре при помощи механич. мешалки или сжатого воздуха и 4) применение коагулянта. Условиями правильной работы америк. фильтров являются: правильная дозировка коагулянта и надлежащие конструкция и размеры отстойного резервуара и фильтра. Фильтрующий материал—по преимуществу дробленный кварц. Толщина фильтрующего слоя не менее 30 см. Фильтр



Фиг. 7.

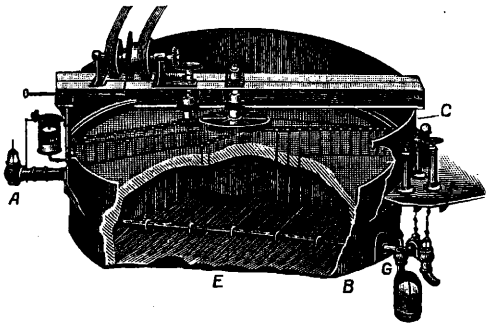
снабжен манометром, показывающим гидравлич. напор слоя В. над песком. На фиг. 9 изображен открытый фильтр наиболее известной системы Джуела. Между фильтрующим материалом коробки В и наружным кожухом С поступает через вентиль А подготавливаемая В., к-рая поднимается наверх и переливается через края внутрен. коробки на фильтр. В. проходит через слой песка, а затем через полые колпачки

в Америке. На фиг. 5 и 6 изображен такой фильтр, установленный на водокачке в Цюрихе. В бассейне, на столбах главного фильтра, установлен предварительный фильтр, площадь к-рого составляет  $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}$  площади главного. Фильтрующий материал—крупный песок (размер зерен 1—3 мм)—покоится на слое гравия. Скорость фильтрования 2—3 м/ч. Очистка фильтра производится сжатым воздухом и водой. Предварительный фильтр задерживает до 80% механич. примесей, ок. 50% бактерий и большую часть альбуминоидного аммиака. Работа фильтра между двумя чистками продолжается до 3-4 месяцев, в то время как старый тип фильтра требует чистки уже через несколько недель (от 2 до 6) после пуска его в работу. Дальнейшие преимущества двойн. фильтров заключаются в удешевлении расходов по эксплуатац. и более простом уходе. На фиг. 7 и 8 приведен ступенчатый фильтр Пюша. (Париж); здесь вода, благодаря переливам, подвергается действию воздуха и света.



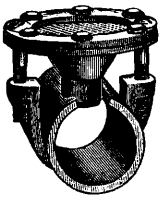
Фиг. 8.

дренажных трубок *E*—в сборную трубу *G* и отсюда через особый регулятор—в резервуар для очищенной воды. На фиг. 10 показана деталь дренажных трубок. Другие системы быстрых фильтров изображены: на фиг. 11—фильтр Бреда, на фиг. 12—фильтр



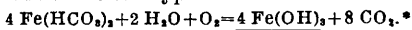
Фиг. 9.

Рейзерта. На фиг. 13 представлен быстродействующий фильтр Сандфильда, близ Лондона, который состоит из 10 фильтров с общей фильтрующей поверхностью в 300 м<sup>2</sup>; емкость отстойника—1 600 м<sup>3</sup> на 2,5 часа отстоя; резервуар чистой воды—950 м<sup>3</sup>; скорость фильтрации 2,5 м/ч. На фигуре показаны: 1—отстойник, 2—резервуар для коагулирования и отстойник, 3—здание фильтра, 4—резервуар для чистой воды, 5—бак с водой для промывки фильтра, 6—лаборатория, 7—помещение хлораторов, 8—помещение для хранения хлора.

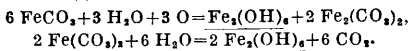


Фиг. 10.

3) Обезжелезивание В. Искусственное удаление железа из В. в крупных водоканках производится обыкновенно при содержании железа более 2 мг на л. О процессе выделения железа из воды дает представление следующее химическое уравнение:



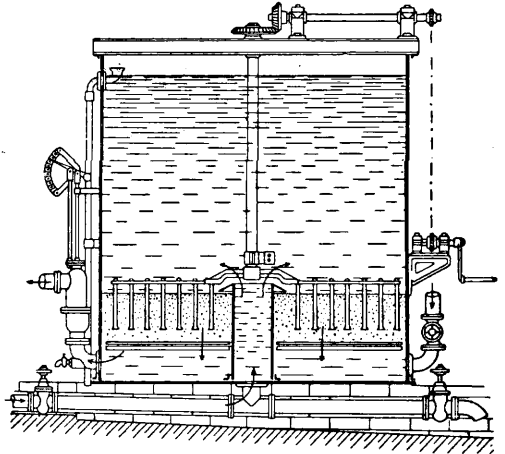
Бунте и Шмитт предложили следующие ф-лы осаждения железа:



Большинство применяемых способов обезжелезивания воды основано на аэрации воды с последующим ее фильтрованием. На фиг. 14 показана установка системы Эстена в Фрейенвальде: В. падает с высоты 2 м в виде мелкого дождя из 18 душей на зеркало В. фильтра; при этом она приходит в тесное соприкосновение с воздухом и затем фильтруется через слой гравия, толщиной 30 см, лежащий на перфорированных пластинах, покрытых латунной сетчатой тканью и покоящихся на свободно лежащих бетонных балках. Фильтр промывается обратным током воды и при этом механически разрушается граблями. Часовая производительность фильтра—1 м<sup>3</sup> В. на 1 м<sup>2</sup> поверхности фильтра. Другой известный конструктор

\* В этой формуле и в дальнейшем тексте соединения, выпадающие в виде осадка, подчеркнуты сплошной линией (нерастворимые осадки) или пунктирной (частично растворимые).

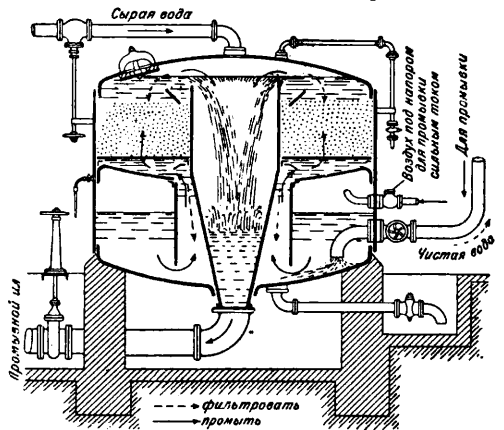
Пифке скомбинировал устройство для получения дождя с градирней, или воздушной камерой, наполненной кулачным коксом (фиг. 15), особенно хорошо способствующим перемешиванию воды с воздухом; здесь: *a*, *b*—устройство для получения дождя, *G*—скруббер, *s*—труба, всасывающая воздух, *d*—выход В. на песочный фильтр. На фиг. 16



Фиг. 11.

показано весьма простое устройство для обезжелезивания воды, т. н. бочка Дунбара.

Озонирование В. Озон действует разрушающим образом на патогенные бактерии. Ольмюллер, Проскауер, Вант-Гоф, Шрейбер и др. считают обработку воды озоном наиболее надежным способом обезвреживания питьевой воды. Озон прежде всего



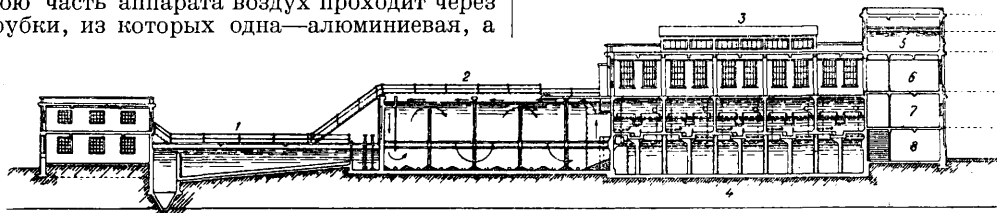
Фиг. 12.

реагирует окисляющим образом на содержащиеся в воде неорганич. окисляемые соединения и органич. вещества и лишь после того действует на бактерии, уничтожая их. Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе источника для водоснабжения и обработки В. озоном. Осадки и взвешенные вещества д. б. удалены из В. быстрым фильтрованием до озонирования, тем более, что заключенные в твердых частицах бактерии менее доступны для воздействия озона. В Германии первые опыты озонирования



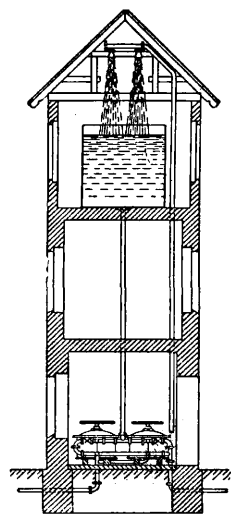
воды были произведены фирмой Сименс и Гальске. Сконструированный ею озонатор показан на фиг. 17. Проникающий в нижнюю часть аппарата воздух проходит через трубки, из которых одна—алюминиевая, а

озона. Озонированный воздух движется по замкнутому кругу через озонаторы и стерилизаторы. Израсходованный кислород



Фиг. 13.

другая—стеклянная; между ними происходят постоянные тихие разряды электрического тока высокого напряжения (от 6 000 до 8 000 V). Полос высокого напряжения, укрепленный на стеклянных трубках, заземляется через охлаждающую воду и чугунный



Фиг. 14.

ящик, вследствие чего аппарат во всех своих наружных доступных частях совершенно безопасен для обслуживающего персонала. Расход электрич. энергии 17—20 kWh на 1 кг озона. Стерилизатор фирмы Сименс и Гальске представляет собой градиру или скрубберную башню, наполненную слоем камня, через который текут навстречу друг другу В. (сверху) и озонированный воздух (снизу). Такая установка (в Падеборне) показана на фиг. 18.

Стерилизационные каменные башни, высотой в 4 м, состоят из верхнего бака для сырой В., стерилизатора, наполненного гравием (размер зерна—голубиное яйцо), и сборного бассейна для озонированной В. в нижней части башни. Стерилизатор разделен взаимно перпендикулярными стенами на 4 самостоятельных шахты, куда сырая вода подается по общему трубопроводу, снабженному запорным клапаном. Каждая шахта делится колосниковыми решетками на 2 части: верхнюю, наполненную гравием, слоем в 1 м, и нижнюю часть—сборник очищенной В. Сырая В. течет по общей линии через четырехплечий распределитель в отдельные колонны или шахты, проходит через частые сита и затем, в виде мельчайшего дождя, падает на слой гравия. Через каждую шахту, поперечным сечением в 1 м<sup>2</sup>, пропускается в час 15—20 м<sup>3</sup> воды и 30—40 м<sup>3</sup> озонированного воздуха с определенным содержанием

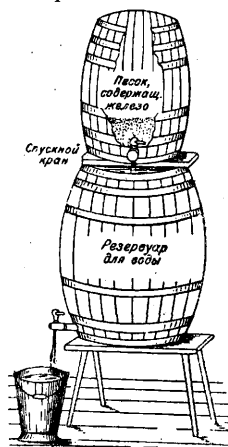


Фиг. 15.

воздуха восполняется через воздушный кран, установленный на всасывающей линии. Из отдельных нижних камер озонированная вода течет в общий сборник, а оттуда накачивается в сеть. Каждая стерилизационная башня снабжена сбоку каскадами, где очищенная вода, подвергаясь аэрации, теряет последние следы озона. Стоимость очистки 1 м<sup>3</sup> В., включая и фильтрацию через быстрый фильтр, ок. 3 пф. Для домашнего употребления применяют небольшие аппараты, получающие разряды от осветительной сети. При употреблении эмульсаторов для смешивания воды с озном (фиг. 19) стерилизация происходит почти мгновенно. Озонирование В., при относительно невысоких эксплуатационных расходах, требует

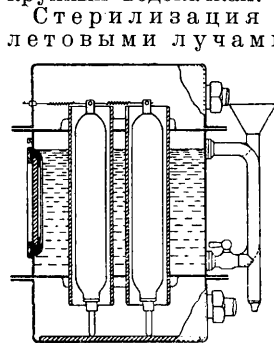
крупных первоначальных затрат на оборудование, в виду чего этот чрезвычайно ценный способ борьбы с патогенными бактериями применяется преимущественно на крупных водокачках.

Стерилизация В. ультрафиолетовыми лучами. Ультрафиолетовые лучи быстро и надежно стерилизуют только совершенно прозрачную и притом бесцветную В., не содержащую осадков и взвешен. веществ. Мутная вода должна быть осветлена, обесцвечена и освобождена от железа до воздействия ультрафиолетов. лучей. Другим условием успеха стерилизации является соприкосновение воды с лучеиспускающим прибором, мимо которого она должна циркулировать медленной и тонкой струей так, чтобы каждая молекула воды могла освещаться ультрафиолетовым светом в активной лучистой зоне не меньше 7 сек., по Шварцу, и ок. 1 мин., по Валле; для этого приемник д. б. надлежащей емкости. Стери-



Фиг. 16.

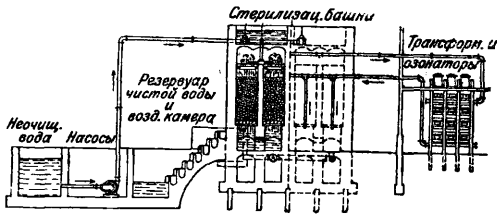
Стерилизация В. ультрафиолетовыми лучами. Ультрафиолетовые лучи быстро и надежно стерилизуют только совершенно прозрачную и притом бесцветную В., не содержащую осадков и взвешен. веществ. Мутная вода должна быть осветлена, обесцвечена и освобождена от железа до воздействия ультрафиолетов. лучей. Другим условием успеха стерилизации является соприкосновение воды с лучеиспускающим прибором, мимо которого она должна циркулировать медленной и тонкой струей так, чтобы каждая молекула воды могла освещаться ультрафиолетовым светом в активной лучистой зоне не меньше 7 сек., по Шварцу, и ок. 1 мин., по Валле; для этого приемник д. б. надлежащей емкости. Стери-



Фиг. 17.

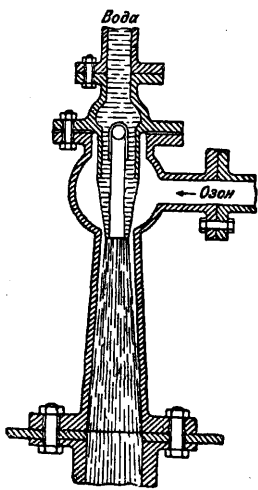
Стерилизация В. ультрафиолетовыми лучами. Ультрафиолетовые лучи быстро и надежно стерилизуют только совершенно прозрачную и притом бесцветную В., не содержащую осадков и взвешен. веществ. Мутная вода должна быть осветлена, обесцвечена и освобождена от железа до воздействия ультрафиолетов. лучей. Другим условием успеха стерилизации является соприкосновение воды с лучеиспускающим прибором, мимо которого она должна циркулировать медленной и тонкой струей так, чтобы каждая молекула воды могла освещаться ультрафиолетовым светом в активной лучистой зоне не меньше 7 сек., по Шварцу, и ок. 1 мин., по Валле; для этого приемник д. б. надлежащей емкости. Стери-

лизационный аппарат Westinghouse-Cooper-Hewitt C<sup>o</sup> показан на фиг. 20; ртутная лампа с кварцевой оболочкой и светящейся кварцевой трубкой хотя и не погружена в В.,



Фиг. 18.

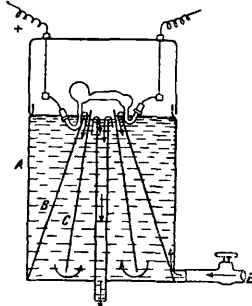
но находится на очень близком расстоянии от ее поверхности. Внутри цилиндрического эмалированного сосуда А помещаются вде- тые одна в другую воронки В и С, бла- годаря которым сырая вода поступающая в



Фиг. 19.

бует от 100 до 300 и даже до 600 Wh. Поэтому последний способ пока применяется лишь в небольших установках, для домаш- них потребностей и т. п. установок, где расхо- ды на очистку играют второстепенную роль.

Дезинфекция хлором и дру- гими реактивами. Применение хлор- ной извести, предложенное Траубе в 90-х гг. прошлого в., нашло быстрое рас- пространение в Аме- рике. Но этот метод недостаточно наде- жен в смысле уничто- жения болезнетвор- ных бактерий, т. к. споры бактерий при хлорировании водой не погибают; бакте- рии, содержащиеся во взвешенных твер- дых частицах, так- же не уничтожаются при обработке воды хлорной известью. Кроме того, при хлори- ровании питьевая вода не становится про- зрачнее; содержание осадков и взвешенных



Фиг. 20.

Табл. 13. — Стоимость очистки питье- вой воды (в марках).

Род установки	Стоим. всей установки, отнес. к 100 м <sup>3</sup> суточн. производительности	Эксплоатат. расходы, отнес. к 100 м <sup>3</sup> суточн. производительности
Медлен. фильтрование озер- ной воды через песок в г. Цюрихе без предваритель- ного фильтра	2 400	0,65
Предварительн. фильтр для озерной воды в г. Цюрихе	260	0,098
Медленное фильтрование с предварительным филь- тром в г. Цюрихе . . . . .	2 680	0,488
Ступенчатый фильтр Пюш- Шаля со скорым песоч- ным фильтром, v=10 м/ч . . . . .	2 000	0,55
То же с медленным песочным фильтром, v=3 м/ч . . . . .	4 400	0,95
Коагулирование с расходом коагулянта (сульфата алю- миния) около 30 г на 1 м <sup>3</sup> воды; сода же включе- ны отстойники, общей ем- костью равной 8-часовой производительности уста- новки	350	0,28
Предварительная очистка при помощи марганцево- кислого калия (2 г на 1 м <sup>3</sup> ); отстойники—на 2-часовую производительность . . . . .	80	0,206
Американ. быстродействую- щий фильтр Джудела: ко- агулирование сульфатом алюминия—30 г на 1 м <sup>3</sup> . . . . .	1 500	0,81
Фильтр Миссонга в каче- стве предварительн. филь- тра; простое фильтрова- ние, v=24 м/ч . . . . .	1 687	0,91
Обработка воды хлором без осветления и фильтрова- ния . . . . .	—	0,01—0,03
Озонирование воды без ос- ветления и фильтрования	1 500	0,60
Озонирование воды с коагу- лирован. сульфатом алю- миния, фильтр Джудела . . . . .	4 000	1,48
Стерилизация воды ультра- фиолетовыми лучами без осветления и фильтрова- ния; расход электрической энергии 370 Wh на 1 м <sup>3</sup> воды . . . . .	800	0,51
Стерилизация воды ультра- фиолетовыми лучами в комбинации с предвари- тельным ступенчат. филь- тром и скорым песочным фильтром, v=10 м/ч . . . . .	3 000	1,08

веществ в ней не уменьшается; окраска воды, обусловленная присутствием коллоид- ных веществ, также не изменяется, и, наконец, не исчезают ни тухлый запах, ни неприятный вкус. Расход хлорной извести колеблется от 2 до 10 г (иногда и больше) на 1 м<sup>3</sup> воды в зависимости от загрязнения последней. При предварительном осветле- нии В. коагулированием и фильтрованием расход хлорной извести значительно умень- шается, и действие реактива становится бо- лее надежным. Названный способ дезинфек- ции В. должен рассматриваться как времен- ная мера, пригодная там, где отсутствует более совершенные способы стерилизации и где последняя повелительно диктуется

угрозой эпидемий тифа, холеры и других инфекционных заболеваний и отсутствием удовлетворительной питьевой В.

Из других реактивов, применяемых для дезинфекции питьевой В., следует упомянуть: четырехокись хлора  $Cl_2O_4$ , бром, гипохлорит натрия, перекись водорода, перекись натрия, марганцевоокислый калий. Они имеют при стерилизации питьевой В. лишь весьма ограниченное применение.

Стоимость очистки питьевой воды. По статистическим данным Циглера, стоимость устройства 7 самых больших установок англ. фильтров, отнесенная к суточной производительности в 1 000 м<sup>3</sup> профильтрованной В., составляет 34 560 мар.; для 6 больших и 2 средних установок америк. фильтров — 12 800 мар. Эксплуатационные расходы, не считая процентов на затраченный капитал, составляют для америк. фильтров 4,26 мар., а для англ. — 2,92 мар. Но если считать хотя бы 5% на затраченный капитал (отнесенный к суточной производительности в 1 000 м<sup>3</sup>), то картина получается совершенно иная, а именно в пользу скорых фильтров: суточная производительность в 1 000 м<sup>3</sup> в английских фильтрах обходится в 2,92 + 4,80 = 7,72 мар., тогда как в америк. фильтрах 4,26 + 1,77 = 6,03 марки. Т. о. в большинстве случаев скорые фильтры, хотя и требуют расходов на реактивы и обученный персонал, в конечном итоге обходятся дешевле медлен. фильтров. В иных случаях, наоборот, более дешевыми являются английские фильтры, комбинируемые с предварительным фильтрованием воды. В табл. 13 приведены сравнительные данные стоимости очистки и стерилизации воды в более или менее крупных установках.

**Б. Вода в технике и промышленности.** Технически чистую В. можно встретить только в редких случаях. Сюда относится: дождевая вода, поскольку ее удается собирать чистой; вода, которая берет начало в горных хребтах и протекает через трудно растворимые горные породы (гранит, гнейс и др.), и, наконец, родниковая, или ключевая, вода песчаных местностей. Подобного рода В. отличается б. ч. прозрачностью, малой жесткостью и малым плотным остатком. Состав В., вообще говоря, зависит от местных геологических условий. В меловых районах она всегда содержит более или менее значительные количества солей кальция и магния (накипеобразователи). Грунтовая В. низменностей имеет самый разнообразный состав в зависимости от почвенных, климатическ. и других усло-

вий, в числе которых близость населенных пунктов, наличие промышленных предприятий и т. п. играют значительную роль. Вещества, обыкновенно встречающиеся в В., приведены в табл. 14. Вода, применяемая в различных производствах, нуждается или в осветлении, или в умягчении, или же и в том и в другом.

1. В. для питания паровых котлов. Вред, приносимый В. для питания паровых котлов, м. б. двоякого рода: а) В., обладающая повышенной жесткостью, выделяет в паровых котлах твердую накипь и мягкие отложения; б) В., содержащая химически активные газы и неудовлетворительная по химическому составу, может действовать на материал котла разъедающим образом, производя протравление его стенок и арматуры. Чаще всего неудовлетворительная В. причиняет вред в обоих отношениях.

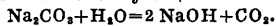
Накипеобразующие соединения показаны в вертикальной графе II табл. 14. Однако, при известных обстоятельствах, и некоторые из легко растворимых солей, упомянутых в графе III табл. 14 ( $MgSO_4$ ,  $FeSO_4$ ,  $MgCl_2$  и другие), могут дать отложения в котле. Если бикарбонаты магния и кальция (временная жесткость) могут выделиться в паровом котле в виде ила, то некарбонатная жесткость приводит к образованию твердой накипи. Особенно силикаты и сульфаты сообщают накипи вредные свойства, усиливающиеся в присутствии органич. веществ. Получающаяся в этом случае твердая накипь уже при толщине слоя в 1 мм может вызвать, согласно новейшим данным немецкой практики, не только значительное понижение коэфф-та теплопередачи поверхности нагрева котла, но и образование выпучин в кипяточных и жаровых трубах и стенок цилиндрич. корпуса котла, в особенности при форсированной работе. Еще более вредное действие обнаруживают накипь или

Табл. 14. — Растворимые в воде вещества.

I Растворенные газы	II Трудно растворимые вещества	III Легко растворимые соли	IV Продукты местных загрязнений почвы и воды
$CO_2$	Соли кальция, в виде двууглекислого кальция $Ca(HCO_3)_2$	Хлористый натрий $NaCl$ [Хлористый кальций $CaCl_2$ ]	Аммиак $NH_3$ Азотистая кислота $N_2O_5$
$O_2$	Магnezия, в виде двууглекисл. магния $Mg(HCO_3)_2$	[Хлористый магний $MgCl_2$ ]	Азотная кислота $N_2O_5$ (в виде солей)
$N_2$ и пр.	Гипс $CaSO_4$ [Силикаты $SiO_2$ , глинозем $Al_2O_3$ ] [Двууглекислое закисное железо $Fe(HCO_3)_2$ ] [Двууглекислый марганец $Mn(HCO_3)_2$ ]  Органические вещества и пр.	[Сернистый магний $MgSO_4$ ] [Сернистое железо $FeSO_4$ ]	Хлор (хлористый натрий) Органические вещества  Сероводород $H_2S$ и др.
Взяты в кв. скобки соединения обыкновенно встречаются в небольших количествах и не во всех пресных водах. Кроме хлористого натрия иногда встречаются в пресных водах сернистый натрий $Na_2SO_3$ и редко — двууглекислый натрий $NaHCO_3$ .			

мягкие отложения, пропитанные маслом или жирами. Присутствие масла в питательной В., хотя бы в незначительном количестве, абсолютно недопустимо. Масло должно быть удалено предварительным очищением воды.

К вредным газам, растворенным в В., относятся кислород и угольная к-та, которые отличаются сильными протравительными свойствами, в особенности когда оба газа присутствуют одновременно. Угольная к-та освобождается также в работающем паровом котле из бикарбонатов, при чем из послед. образуются карбонаты, и, частью, из карбонатов, к-рые превращаются при этом в гидрат окиси соответствующего металла, напр.



Кроме газов, сильным разъедающим действием отличаются свободные минеральные кислоты (напр. свободная серная к-та, которая нередко встречается в шахтных В.), далее хлориды, особенно хлористый магний, сульфаты (сернокислый магний и серножелезные соли) и продукты местного загрязнения почвы — соли азотистой и азотной к-т, сероводород и сульфиды, органич. вещества (особенно гуминовые к-ты). Разъедающее действие средних солей (напр. хлоридов или нитратов магния, кальция и др.) вначале, при малом нарастании их концентрации в воде несколько даже ослабевает, но затем оно увеличивается и достигает максимального значения при так наз. критич. концентрации; перейдя последнюю, оно быстро падает, но не исчезает полностью. В этом отношении упомянутые соли отличаются от другой группы солей (уксуснонатриевая соль, хроматы, хлораты и вообще соли кислородсодержащих к-т) или же от щелочных растворов (соды, едкого натра, фосфорнокислого натрия и т. п.). Протравляющее действие этой группы веществ также достигает максимального значения при критич. концентрации, но вслед за ней чрезвычайно быстро падает и совершенно прекращается при достижении т. н. предельной концентрации этих соединений. Поэтому они (особенно натровая щелочь) находят большое применение в качестве защитного средства против протравляющего действия вредных составных частей питательной воды.

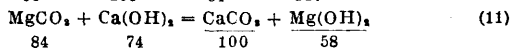
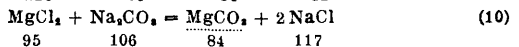
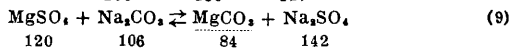
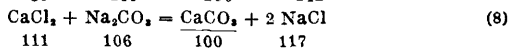
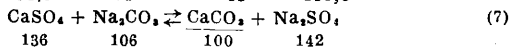
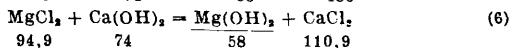
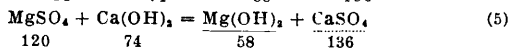
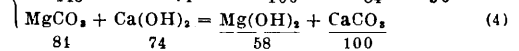
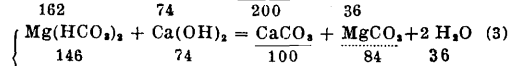
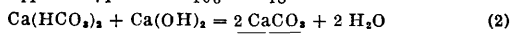
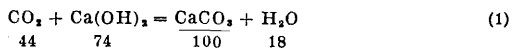
В наиболее промышленных странах Э. Европы почти все котельные оборудованы водоочистительными установками. Различают два рода очистки питательной В.: очистку в самом паровом котле и очистку до ее поступления в котел. Первая заключается в применении либо коллоидального либо электролитического способа; но она оказалась на практике нерациональной, и потому применение ее определенно не рекомендуется.

Очистка питательной В. до ее поступления в котел м. б. производима разными способами. На первом плане стоит химич. очищение, к-рым достигается как умягчение, так и осветление В.; попутно же происходит и обезвреживание В. от протравляющих свойств. Бикарбонаты кальция и магния, гипс, силикаты щелочноземельных металлов и вообще все соли, показанные в графе II и частью в III табл. 14, а также органич. вещества удаляются из В., полностью или б. ч., в процессе химич. водоочи-

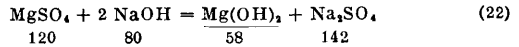
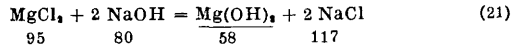
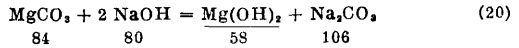
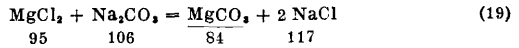
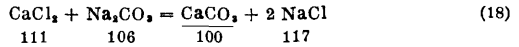
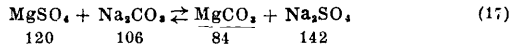
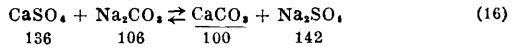
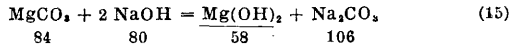
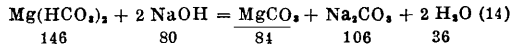
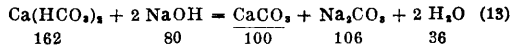
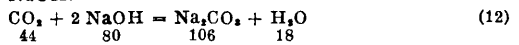
щения. Реактивами для этого служат: едкая известь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , едкий натр  $\text{NaOH}$ , углекислый натрий  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , в редких случаях — углекислый или едкий барит, фосфорнокислый натрий и др., при чем они применяются или порознь или в известных группировках, в зависимости от состава В. В табл. 15 приведены химич. реакции водоочистения.

Табл. 15.—Химические реакции водоочистения.

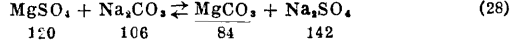
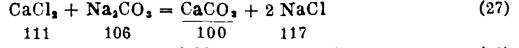
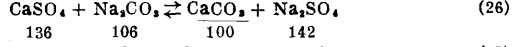
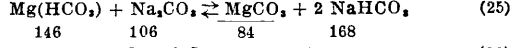
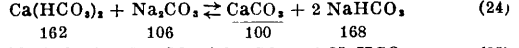
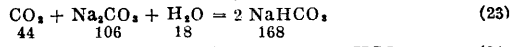
I. Содово-известковый способ; реактивы: едкая известь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

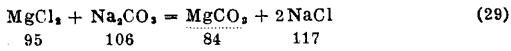


II. Реактивы: сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и едкий натр  $\text{NaOH}$ .

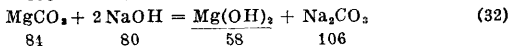
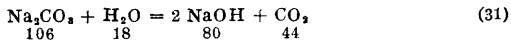
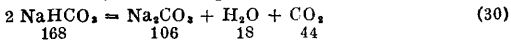


III. Реактив: сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

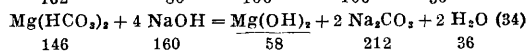
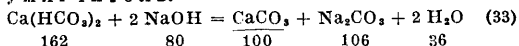




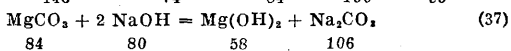
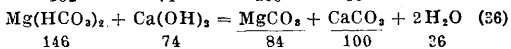
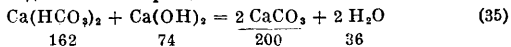
Реакции в паровом котле:



Реакции при непрерывной продувке и отводе котловой воды в водоподмягчитель:

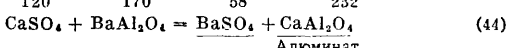
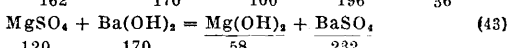
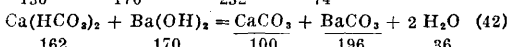
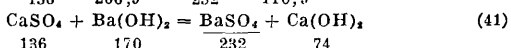
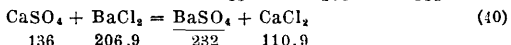
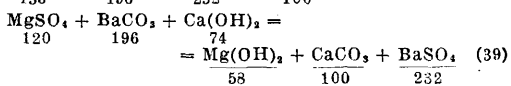
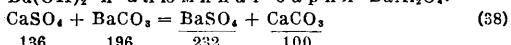


IV. Реактивы: едкая известь  $\text{Ca(OH)}_2$  и едкий натр  $\text{NaOH}$ .

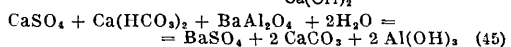


Образовавшаяся сода реагирует вышеуказанным образом с солями небикарбонатной жесткости.

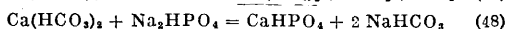
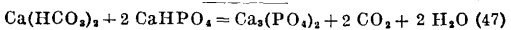
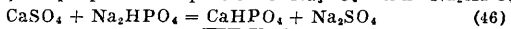
V. Реактивы: соли бария  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$  и алюминат бария  $\text{BaAl}_2\text{O}_4$ .



Алюминат  
кальция,  
с водой дает  
 $\text{Ca(OH)}_2$

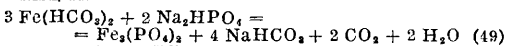


VI. Способ «тартрицидный»; реактив: фосфорнатр. соль  $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$  или  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

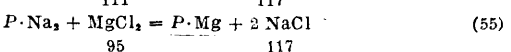
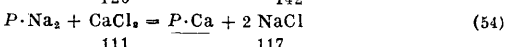
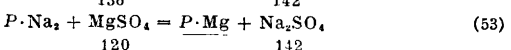
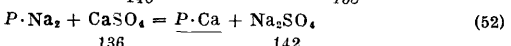
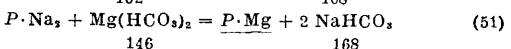
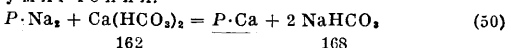


Образовавшаяся сода реагирует, как указано выше, с солями небикарбонатной жесткости.

Соли магния реагируют с  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  подобно солям кальция.

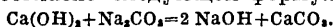


VII. Пермутитовый способ водоподмягчения.

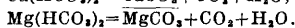
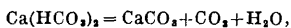


В ур-ях, выражающих эти реакции, числа, поставленные под химич. формулами, означают соответственные молекулярные веса или кратные их. Чтобы получить возможно больше нерастворимых осадков, т. е. чтобы возможно полнее удалить накипеобразователи из исправляемой воды, нужно прибавлять реактивы с некоторым избытком против теоретических количеств, приведенных в таблице. Это нужно иметь в виду при определении расходов реактивов. Из таблицы видно, что все соли кальция, в результате реакции водоочистнения, переводятся в нерастворимые соли кальция, дающие осадок; в растворе остается его 12—20 до 36 мг в 1 л, в зависимости от избытка реактива и от  $t^\circ$ , при к-рой происходит умягчение В. Магнезиальные соли д. б. превращены в гидрат окиси магния  $\text{Mg(OH)}_2$ , чтобы выделиться из воды в виде нерастворимого осадка. При правильной постановке водоочистнения следует стремиться, чтобы в растворе оставалось от 4 до 10 и не свыше 12 мг гидрата окиси магния в 1 л очищенной В. При выборе растворов необходимо учитывать состав очищаемой В. Если в последней содержится гипс  $\text{CaSO}_4$ , то необходимо применить соду или барит. Углебариевая соль еще более пригодна, чем сода, т. к. она, согласно ур-ию (38), полностью удаляет гипс, тогда как при воздействии соды в В. образуется растворимая сернонатриевая соль, поступающая в паровой котел. Барит является также превосходным реактивом при удалении из воды сернокислого магния, как видно из ур-ий (39) и (43) [ср. с уравнениями (5), (9) и (22)]. Согласно ур-ию (39), кроме углебариевой соли, прибавляется к воде также гидроокись кальция. Другим преимуществом названного реактива является то обстоятельство, что вследствие его нерастворимости не требуется его точно дозировать. Но барит мало еще доступен по цене; кроме того, реакции с баритом идут медленно и потому требуют больших отстойных баков. Как видно из таблицы, одной известью удаляется из В. бикарбонатная жесткость и свободная углекислота [уравнения (1)—(4)]; для удаления же постоянной кальциевой жесткости  $[\text{CaSO}_4, \text{CaCl}_2, \text{Ca(NO}_3)_2]$  требуется сода. Для удаления постоянной магниевой жесткости требуются два реактива: едкая известь и сода [ур-ия (9)—(11)] или же один едкий натр. При воздействии едкого натра на бикарбонатную жесткость в очищенной воде образуется сода, реагирующая с гипсом или вообще с постоянной жесткостью [ур-ия (13)—(17) и др.]. Если, однако, последней не содержится или содержится очень мало, то сода остается в очищенной В. и переходит с ней целиком в котел. Но т. к. слишком большое накопление соды в котле может повлечь нежелательное вспенивание и кидание воды и вызвать разьедание бронзовой арматуры, то способ очистки воды одним едким натром пригоден лишь для таких В., в которых, наряду с бикарбонатной жесткостью, имеется и значительная некарбонатная жесткость. Кроме того, едкий натр может быть с успехом заменен более дешевыми едкой известью и содой, при взаимодействии которых и образуется едкий

натр,—согласно следующей формуле:



Применение едкой извести и соды (т. н. содово-известковый способ) является универсальным и в то же время наиболее дешевым способом химич. очистки В. В случае применения подогрева в водоумягчителе расход извести уменьшается против показанного в таблице, т. к. при  $t^{\circ}$  очищаемой В. в 60—70° происходит частичное разложение бикарбонатов кальция и магния с выделением в осадок углекальциевой соли, и, реже (при значительной магниальной жесткости)—углемагнезиевой соли, и с выделением освободившейся угольной кислоты:

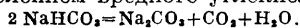


Содержащаяся в В. свободная углекислота при высоком подогреве также б. ч. удаляется, соответственно уменьшая потребный для ее связывания расход едкой извести. Выше было упомянуто, что для полноты реакции реактивы должны прибавляться к В. с небольшим избытком. Но если избыток будет слишком велик, то ясно, что в очищенной воде будет избыток едкой извести или большой избыток соды. О нежелательности большого избытка соды уже упоминалось выше; избыток же едкой извести недопустим даже и в самом ничтожном количестве, т. к. гидроокись кальция легко выкристаллизовывается в котле, способствуя образованию твердой, трудно удалимой накипи. Если же одновременно с избытком извести к В. прибавлено достаточно соды, то образуется гидрат окиси натрия; последний допустим в очищенной В. не больше 0,5 нем. градуса. Если, наоборот, извести подано меньше соответствующего содержания в В. бикарбонатов, магнезии и свободной углекислоты, то в воде остаются бикарбонаты, дающие в котле углекислый газ, разъедающий котельное железо, особенно энергично в момент своего образования. Кроме углекислоты из бикарбоната кальция выделяется карбонат кальция, сильнее пристающий к котельным стенкам в виде твердой накипи также в момент своего образования. Если, наконец, подано соды меньше потребного количества, то вода—недоочищена, и в ней остается соответственная часть небикарбонатных накипеобразователей, что так же вредно, как и избыток едкой извести. Отсюда ясно, что водоочиститель должен обеспечивать постоянство и правильность подачи реактивных растворов в тех весовых взаимоотношениях, которые показаны в табл. 15. Это является одним из основных требований правильной постановки водоочистения. При целесообразном применении перечисленных выше реактивов можно в подавляющем большинстве случаев получить безкоррозийную питательную В.

Едкий натр редко комбинируется с известью; чаще он применяется в комбинации с содой. В последнем случае едкий натр реагирует со свободной углекислотой и с бикарбонатами, при чем в осадке выделяются  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  и образуется сода [ур-ия (12)—(15)]. При взаимодействии же едкого натра с минеральными соединениями ма-

гния также переходит в осадок  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , а в растворе остается соответствующая минеральная соль натрия  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  или, в редких случаях,  $\text{NaNO}_3$  [ур-ия (21) и (22)]. Что же касается минеральных солей кальция, то они требуют для своего осаждения соды: прежде всего с ними реагируют те количества соды, которые вновь образовались, согласно ур-иям (13)—(15); эта сода должна приниматься в расчет при вычислении необходимых прибавок соды для умягчения В. Различие между последним способом и содово-известковым практически заключается в том, что при применении соды и едкого натра в водоочистителе получается меньше осадков. Поэтому в случаях очень жестких вод, с большой магниальной жесткостью, этот способ является пригодным, но он дороже содово-известкового.

При применении одной соды получают, как уже сказано, хорошие результаты с гипсом или же с хлористым кальцием,—вообще с минеральными соединениями кальция. Химич. реакции соды с солями магния [ур-ия (17) и (19)] не протекают количественно полностью, и в питательной В. может остаться, напр., хлористый или серно-кислый магний, чрезвычайно опасные для парового котла. По Мразеку, серно-кислый магний разъедает железо. Получающийся в результате этих реакций углекислый магний [см. также ур-ия (28), (29)] тоже остается в большинстве случаев в растворе и поступает в котел, где он, гл. обр. под действием едкого натра, получающегося вследствие гидролиза соды, дает обильные осадки. Что касается реакций соды со свободной углекислотой и бикарбонатами кальция и магния [ур-ия (23)—(25)], то при них образуется бикарбонат натрия, разлагающийся в котле с выделением вредного углекислого газа:



Кроме того, реакции (24) и (25) протекают удовлетворительно при высоком подогреве В. и большом избытке соды. Отсюда ясно, что применение одной соды для водоумягчения вне котла можно рекомендовать только в редких случаях,—гл. обр. тогда, когда в очищаемой воде сильно преобладает гипс, мала бикарбонатная жесткость и ничтожно содержание магния. В практике этот способ комбинируется с постоянными продувками котла, при чем котловая В. полностью или частью отводится в водоумягчитель (аппараты Неккар и др.); при этом частью утилизируются содержащиеся в котловой В. в избытке реактивы (едкий натр, сода) и тепло. За последние годы, вследствие многих присутствующих указанному способу недостатков, преимуществ стали отдавать содово-известковому способу в комбинации с постоянными продувками котлов.

Необходимо упомянуть еще о т а р т р и ц и д н о м способе умягчения воды, заключающемся в прибавлении к ней фосфорно-натриевой соли  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  или  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  [ур-ия (46)—(49)]. Названный способ привлек к себе в последние годы, гл. обр. в С.-А. С. Ш., большое внимание, и ему с распространением высокомошных котельных установок, видимому, предстоит значительная роль. Из различных соединений фосфорной к-ты

наибольшее применение получил фосфорнокислый натрий  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  как наиболее дешевый реактив; в последнее отношение он, правда, уступает кальцинированной углекислой соде, будучи у нас значительно дороже последней. Впрочем оба названных реактива могут рационально дополнять друг друга, когда химической очистке подлежат значительные количества воды; в таких случаях в качестве основных реактивов можно употреблять, как наиболее дешевые, известь и соду или (при малой бикарбонатной жесткости воды) едкий натр, а фосфорнонатриевую соль прибавлять к воде вслед за ними. При этом рекомендуется работать без избытка соды. Преимущества фосфорнокислого натрия перед углекислой содой заключаются прежде всего в том, что сода, как было упомянуто выше, в работающем паровом котле гидролизуетея на едкий натр и углекислоту, при чем уже при 15 atm избыточного давления получается около 65% едкого натра. Т. к. при содово-известковом способе избыток необходим также и в котловой В. (напр. во избежание регенерации гипса за счет извести и ионов серной к-ты), то, чем выше рабочее давление и чем форсированнее работает котел, тем больше требуемый избыток. Но при этом быстро нарастает и концентрация едкого натра, как продукта гидролитическ. разложения соды, так что требуются более частые и продолжительные продувки котлов, чтобы избежать вредного или даже угрожающего накопления гидроксида натрия. Фосфорнокислый натрий значительно устойчивее против высоких темп-р, и его требуется меньше для воспрепятствования образованию в котле гипса, дающего твердую накипь.

Для определения количества потребных реактивов наиболее надежным является производство опытной лабораторной очистки В. При теоретич. подсчете кладут в основание следующие числовые отношения. Для умягчения 1 м<sup>3</sup> В. на 1 нем. градус карбонатной жесткости требуется 10 г 100%-ной окиси кальция. Кроме того, прибавляют по 1,4 г того же реактива на каждый г окиси магния, содержащейся в 1 м<sup>3</sup> очищаемой В. Для связывания каждого мг свободной углекислоты, содержащейся в 1 м<sup>3</sup> той же В., прибавляют 1,27 г 100%-ной окиси кальция. Наконец, для удаления из 1 м<sup>3</sup> В. одного нем. градуса некарбонатной жесткости прибавляют 18,9 г химически чистой кальцинированной соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (100%-ной) или 51 г кристаллическ. соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Вместо 10 г СаО берут 14,29 г NaOH. Образующиеся при реакциях с бикарбонатной жесткостью количества соды принимают в расчет при вычислении необходимых добавок последней для удаления некарбонатной жесткости.

Выше было упомянуто, что сода подается к очищаемой В. с нек-рым избытком. Часть последнего идет на осаждение силикатов (кремнезема) и органич. веществ. По исследованиям Гольдберга, силикаты накипеобразователей либо совсем не удаляются либо удаляются в очень ничтожной степени при прибавлении едкого кальция. Кокенгаузен рекомендует делать прибавки реактивов Пфейфера по следующим ф-лам (в г на л):

$$\text{окись кальция} = \frac{a + 1.1b}{0.786},$$

$$\text{сода} = 18,9H - 2,41a,$$

где  $a$ —число мг связанной углекислоты в 1 л,  $b$ —число мг MgO в 1 л и  $H$ —общая жесткость в нем. градусах. Шплитгербер предлагает для расчета немного видоизмененные ф-лы Гундесагена (в г на м<sup>3</sup>):

$$\begin{aligned} \text{едкая известь} &= 10,0(K + Mg + C), \\ \text{сода} &= 18,9N, \end{aligned}$$

где обозначают в нем. градусах:  $K$ —карбонатную жесткость,  $Mg$ —магнезиальную жесткость,  $N$ —некарбонатную (постоянную) жесткость и  $C$ —т. н. эквивалент жесткости для свободной углекислоты (т. е. содержание свободной  $\text{CO}_2$  в мг на л, умноженное на коэфф. 0,127). При применении для водоумягчения едкого натра и соды Шплитгербер предлагает следующие видоизмененные ф-лы Гундесагена (в г на м<sup>3</sup>):

$$\text{NaOH} = \frac{10,0(K + Mg + C)}{0,7} = 14,3(K + Mg + C),$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 18,9(N - K - Mg - C),$$

или, т. к.  $N = Ca + Mg - K$ ,

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = Ca - 2K - C$$

( $Ca$  здесь обозначает известковую жесткость, остальные обозначения — прежние). При умягчении воды одной содой прибавляют по 18,9 г на каждый нем. градус удаляемой жесткости, считая на 1 м<sup>3</sup> умягчаемой В.

При применении постоянных продувок количество прибавок реактива проще всего определять на основании анализа очищаемой В. из водоочистителя после ее смешения в аппарате с продувочной котловой В. Такие анализы В. должны периодически производиться в заводской лаборатории и служить основой для всех мероприятий по очистке В. При этом для вычисления прибавок могут служить упомянутые формулы, или же прибавки устанавливаются на основании опытной очистки. Для определения количества едкого натра, попадающего в водоочиститель вместе с продувочной котловой В. и образующегося в последней вследствие гидролитич. разложения углекислого натрия, могут служить средние значения, приведенные в табл. 16.

Табл. 16.—Содержание NaOH в % к содержанию  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в котловой воде.

	Давление пара в котле в atm					
	3	12	15—16	20	30	50
Начало гидролитического разложения $\text{Na}_2\text{CO}_3$		50%	65%	78%	85%	100%

Для упрощения расчетов все содержащиеся в В. соединения, а равно и требующиеся для водоумягчения реактивы м. б. вычислены в одних и тех же единицах, напр. в нем. градусах жесткости, при чем одному нем. градусу жесткости соответствуют, или эквивалентны (в мг на 1 л воды):

7,14 Са; 10 СаО; 13,21 Са(OH)<sub>2</sub>; 17,86 СаСl<sub>2</sub>;  
28,93 Са(НСО<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 24,29 СаSO<sub>4</sub>; 19,82 СаCl<sub>2</sub>;  
4,28 Mg; 7,14 MgO; 10,36 Mg(OH)<sub>2</sub>; 15,00 MgCO<sub>3</sub>;  
26,07 Mg(НСО<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 21,43 MgSO<sub>4</sub>; 16,96 MgCl<sub>2</sub>;  
14,29 NaOH;  
18,93 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; 30,00 NaHCO<sub>3</sub>; 19,65 Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>;  
35,18 BaCO<sub>3</sub>.

Что касается кислотных ангидридов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}$  и др., то одному нем. градусу соответствует, или эквивалентно, такое количество их, которое связывается с 10 мг  $\text{CaO}$ . Так, одному немецкому градусу карбоната эквивалентно содержание 7,86 мг  $\text{CO}_2$  или 10,7 мг  $\text{SO}_3$  на 1 л; 1 нем. градусу сульфата эквивалентно содержание 14,29 мг  $\text{SO}_3$  или 17,1 мг  $\text{SO}_4$ ; 1 немецкому градусу хлорида— 12,68 мг  $\text{Cl}$ .

Вместо того чтобы найденные анализом числа мг оснований и кислотных ангидридов делить на вышеприведенные коэфф-ты с целью выражения их в единицах жесткости (в нем. градусах), еще проще, для достижения той же цели, умножать их на коэфф-ты, приведенные в табл. 17.

Табл. 17.—Коэфф-ты для перевода веса оснований и кислотных ангидридов в единицы жесткости.

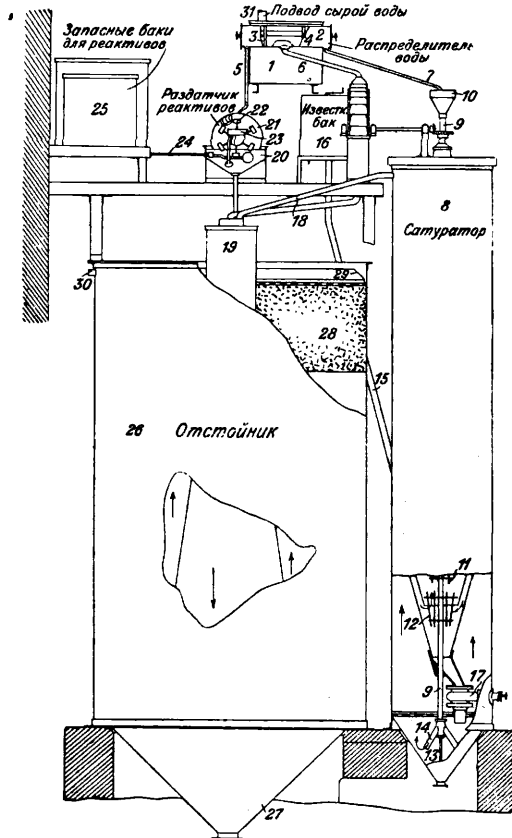
Название основания или ангидрида	Коэфф-т
Окись кальция $\text{CaO}$	0,10
Кальций $\text{Ca}$	0,14
Окись магния $\text{MgO}$	0,14
Магний $\text{Mg}$	0,23
Сернистый ангидрид $\text{SO}_2$	0,07
Сульфат $\text{SO}_4$	0,059
Углекислый газ $\text{CO}_2$	0,127
Карбонат $\text{CO}_3$	0,093
Хлор $\text{Cl}$	0,079
Карбонат кальция $\text{CaCO}_3$	0,056
Сульфат " $\text{CaSO}_4$	0,041
Хлористый кальций $\text{CaCl}_2$	0,050
Углемагневая соль $\text{MgCO}_3$	0,067
Серномагневая " $\text{MgSO}_4$	0,047
Хлористый магний $\text{MgCl}_2$	0,059

Пользуясь этими коэфф-тами, можно с достаточным для практич. целей приближением судить о правильности произведенного полного анализа воды. Дальнейшим упрощением является пересчет данных химического анализа на миллиграмм-эквиваленты, так как последними пользуются и при изготовлении титрованных растворов для объемных анализов В. Приведенные числовые значения для различных химическ. соединений, выраженные в нем. градусах, были получены делением соответствующих миллиграмм-эквивалентов на децимиллиграмм-эквивалент  $\text{CaO}$  (28 мг : 10 = 2,8 мг  $\text{CaO}$ ). Миллиграмм-эквиваленты некоторых наиболее часто встречающихся в водоочистении соединений приведены в табл. 18.

Табл. 18.—Миллиграмм-эквиваленты главных соединений.

Соединения	мг-эквиваленты	Соединения	мг-эквиваленты
$\text{CaO}$	28	$\text{MgSO}_4$	60
$\text{CaCO}_3$	50	$\text{MgCl}_2$	47,5
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	81	$\text{NaOH}$	40
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	37	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	53
$\text{CaSO}_4$	68	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	71
$\text{MgO}$	20	$\text{NaCl}$	58,5
$\text{MgCO}_3$	42	$\text{CO}_2$	22
$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	73		

Химические водоочистители. Для русских техников небезынтересны будут некоторые сведения о работе водоочистителей в СССР. На фиг. 21 показан водоочиститель м. б. снабжен специальным водоподогревателем. Сырая В. поступает в бак 1, имеющий водосливное устройство, разделяющее при помощи передвижных дисков всю



Фиг. 21.

В., соответственно ее составу, на отдельные струи, направляемые трубой 7 в сатуратор, трубой 5 на малое гидравлич. колесо раздатчика реактивных растворов 20 и трубой 6 на большое гидравлич. колесо, а при отсутствии последнего—непосредственно в смеситель 19 (гидравлич. привод м. б. заменен электрическим, для чего достаточно  $\frac{1}{4}$  HP). Сатуратор 8 профильтрованного известкового раствора. Сатуратор имеет внутри одну или несколько коническ. перегородок, разделяющих его на отдельные камеры. В верхней части его помещен фильтр. Из воронки 10 через полый вал 9 и его ответвления 14 вода вытекает вблизи дна сатуратора, где тщательно перемешивается с известью, подаваемой в верхнюю его камеру в виде известкового молока. Перемешивание производится мешалкой 13, ответвлениями 14, а также действием струй, вытекающих через ответвления. Известковый раствор, заполнив нижнюю камеру сатуратора, попадает



в нижнюю часть средней камеры, где он встречается со свежей загрузкой реактива, с к-рым раствор тщательно перемешивается мешалками 11 и 12. Насыщенный реактивом раствор проходит затем снизу вверх через фильтр и по трубе 18 попадает в воронку смесителя. Из смесителя В. течет вниз по центральной расположенной в отстойнике и книзу уширяющейся трубе; скорость В. постепенно убывает, и потому наиболее значительное выделение осадков происходит уже в нижней части отстойного резервуара. Осадки сползают по конусному днищу 27 и отсюда периодически удаляются продувкой. Умягченная вода поднимается вверх по отстойнику опять со все уменьшающейся скоростью и уже в совершенно спокойном состоянии доходит до фильтра 28, выше к-рого расположен открытый сверху кольцевой жолоб 29, куда и сливается совершенно прозрачная и мягкая вода, удаляющаяся через трубу 30. Раздатчик реактивов 20 состоит из небольшого сосуда, разделенного на отделения вертикальными перегородками. В одном отделении вращается маленькое гидравлическое колесо, а в других помещаются реактивные растворы. Малая струя из водослива по трубе 5 направляется на водяное колесо, с к-рым связаны маленькие черпачки 21, забирающие реактивный раствор из одного отделения и выливающие его через воронку 23 в другое отделение сосуда, в котором реактив разбавляется неочищенной водой, стекающей с гидравлич. колеса. Количество подаваемой сырой В., а следовательно и числа оборотов малого гидравлич. колеса и самые подачи реактивных растворов, регулируются передвижением диска.

Пуску в действие водоочистительной установки предшествует приготовление реактивных растворов. Прежде всего производится зарядка сатуратора, для чего предварительно готовится известковое молоко. Отвешенное количество негашеной извести (примерно от 15 до 200 кг в зависимости от состава В. и производительности установки) подается в известковый бак 16 и заливается В. По окончании гашения известь перемешивается с В. в густое молоко, и к последнему доливают В. до наполнения бака. Содержимое бака по трубе 15 пропускают в верхнее отделение сатуратора, а оттуда—в нижнюю камеру, для чего открывают клапан 17. Когда сатуратор загружен известью, пускают в него В., при чем приводят в действие мешалки. Тем временем в запасных бачках 25 заготавливают растворы соды и других реактивов. Концентрацию соды выбирают от 1 до 10% в зависимости от состава воды и производительности аппарата. При отсутствии паропровода для нагревания баков растворение соды облегчается примешиванием к ней горячей В. Когда растворы приготовлены, то часть их переводят в соответствующие рабочие отделения раздатчика, для чего открывают вентили соединительной линии 24. Если требуется коагулирование В., то кроме обыкновенных реактивов применяют также сернистый глинозем в комбинации с известью и содой, чаще всего для осветления речных или прудовых вод во время весенних или осенних

паводков. Прибавка коагулянта определяется в каждом случае опытным путем в зависимости от свойств и состава очищаемой воды. Когда прибавки реактивов точно установлены и все растворы их приготовлены, можно приступить к предварительной установке водораспределительного прибора и к пуску аппарата. Эта установка состоит в соответственном расположении вертикальных дисков 3 и 4 в жолобе 2 по длине водосливного порога, снабженного миллиметровой шкалой. Деление шкалы, на к-ром ставится указатель диска 4, отделяющего воду в сатуратор, определяется простым арифметическим расчетом: найденное теоретически или опытной очисткой потребное количество извести, выраженное в нем. градусах, умножается на общую длину водосливного порога в мм, и произведение делится на число, обозначающее в нем. градусах крепость известкового раствора над фильтром сатуратора. Если, напр., прибавка извести определена в 25 нем. градусов, общая длина водосливного порога 500 мм, а крепость известкового раствора 125 немецких градусов, то получается  $\frac{25 \cdot 500}{125} = 100$  мм, т. е. диск 4

д. б. поставлен на расстоянии 100 мм от начальной точки водослива со стороны сатуратора. Эта установка диска является предварительной; более точная дозировка производится после пуска водоочистителя и контрольного анализа очищенной воды и известкового раствора. Предварительная установка раздатчика легко растворимых реактивов заключается в закреплении ковшиков в таком числе и при таком уклоне, чтобы общая подача ими раствора соответствовала требующимся на основании лабораторного опыта или расчета количествам прибавок. Когда подачи всех реактивных растворов отрегулированы и произведена набивка фильтров отстойника и сатуратора древесной шерстью, водоочиститель пускают в ход открытием крана в приточном трубопроводе 31 для неочищенной воды, устанавливая кран в соответствии с расходом очищенной В., однако в пределах допускаемой производительности водоочистителя. При этом одновременно и автоматически приводятся в действие все распределительные органы аппарата: водораспределитель, сатуратор, раздатчик легко растворимых реактивов, гидравлический привод.

Колебания состава сырой воды вызывают необходимость периодич. регулировки аппарата, которая сводится к изменению подачи извести или легко растворимых реактивов. Изменение подачи извести достигается передвижением диска 4; изменение подачи соды и т. п. реактивов достигается изменением скорости вращения колеса раздатчика, для чего переставляется диск 3. Для предварительного, грубого регулирования подачи можно пользоваться также способом, заключающимся в изменении числа ковшиков и уклона их.

Обслуживание описанного водоочистителя заключается в следующем: а) пуск и остановка его достигаются открытием и закрытием приточного крана для очищаемой воды (при применении подогрева очищаемой В.

перед пуском водоочистителя открывают соответственный паровой вентиль); б) приготовление растворов легко растворимых реактивов производится периодически—один раз в сутки или в двое суток; в) зарядка сатуратора известковым молоком производится раз или два раза в сутки или еще реже. Зарядка сатуратора производится следующим образом: за несколько минут до продувки сатуратора останавливают мешалку, затем открывают продувной кран на 5—10 ск. и удаляют таким обр. из нижней камеры сатуратора отработанную известь вместе с образовавшимися в ней осадками; после этого открытием задвижки 17 переводят полуспользованный реактив из средней камеры в нижнюю для его окончательного использования; наконец, отводят из известкового бака в верхнее отделение сатуратора свежую загрузку известкового молока. Все эти операции требуют от 10 до 15 м., после чего аппарат снова готов к работе. Продувка отстойника по накоплению осадков производится открытием продувного крана. Эта операция, к-рую следует производить не реже одного раза в сутки, продолжается 1—2 минуты.

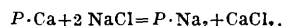
Пермутитовый способ умягчения В. Этот способ заключается в том, что неочищенная В. после предварительной ее подготовки фильтруется через определенный слой цеолитного или пермутитового песка со скоростью от 2 до 8—10 м/ч (в среднем—3—4 м/ч) в зависимости от ее состава и жесткости. Процесс очистки протекает на холоду, т. к. при подогреве фильтруемой В. цеолит разрушается. Различают цеолит натуральный и искусственный. Последний, под названием пермутита, получается сплавлением каолина, кварца и соды в примерном отношении 3 : 6 : 12. После плавления получают стекло, слабозеленоватого цвета, состава  $Al_2O_3 + 10 SiO_2 + 10 Na_2O$ ; сила измельчается до размера зерен 0,5—1 мм, после чего обрабатывается В., поглощаемой при этом пермутитовой массой. Приблизительный состав получающегося пермутитового песка следующий: 46%  $SiO_2$ , 22%  $Al_2O_3$ , 13,6%  $Na_2O$  и 18,4%  $H_2O$  (натрий-алюминий-силикат). Рыночный продукт промывкой и центрифугированием очищается от щелочных растворов. Сокращенная формула натриевого пермутита  $P \cdot Na_2$ . Как и натуральные цеолиты, пермутиты легко вступают в обменные реакции [ур-ия (50)—(55)]. Умягченная вода имеет т. о. больший плотный остаток, чем неочищенная В., т. к. в ней кальций и магний замещены натрием, связанным с соответствующими анионами ( $SO_4^{''}$ ,  $HCO_3'$ ,  $Cl'$  и др.). В этом отношении пермутитовый способ далеко уступает другим химич. способам водоумягчения, при которых (особенно при содово-известковом) бикарбонатная жесткость удаляется из воды в виде осадков и плотный остаток очищенной В. соответственно уменьшается, а свободная углекислота удаляется полностью без того, чтобы в очищенной В. появилось равное ей количество двууглекислого натрия. К недостаткам пермутитового способа кроме того относятся: 1) необходимость предварительной подготовки В. до пуска ее на пермутит;

2) быстрая засариваемость пермутита, если в умягчаемой В. содержится железо, марганец или механ. примеси (последние д. б. удалены предварительным фильтрованием); 3) быстрое разрушение пермутита свободной углекислотой (для связывания последней пермутитовый фильтр снабжают предфильтром из мрамора); 4) сильное загрязнение умягченной В. двууглекислым натрием, образующимся в результате обменных реакций  $P \cdot Na_2$  с бикарбонатной жесткостью и свободной  $CO_2$ ; 5) сильное загрязнение котла содой, едким натром и свободной углекислотой, влекущее за собой затрудненное парообразование, вспенивание и кидание воды и образование протравливающих; 6) возможность образования тонкой твердой силикатной накипи или же, наоборот, геля кремневой кислоты, что сильно понижает коэфф. теплопередачи поверхности нагрева котла и создает опасность протравления котельных стенок. Положительная сторона пермутитового способа заключается в сравнительной простоте устройства и в том, что для умягчения В. не требуется реактивов.

Обменная способность пермутита определяется формулой:

$$\frac{\text{вес CaO, поглощенный пермутитом,} \times 100}{\text{вес всего пермутита}}$$

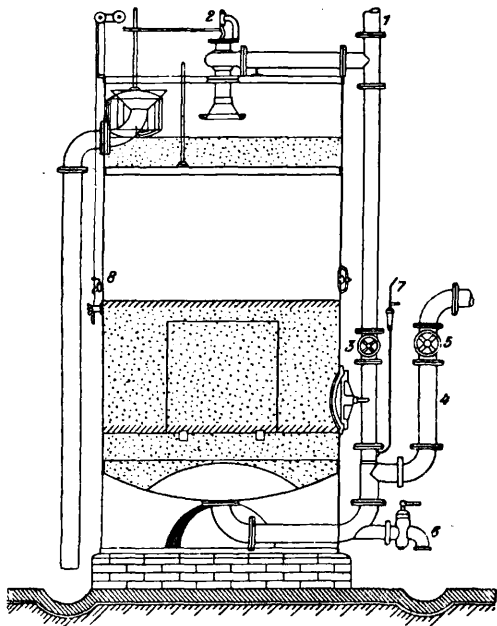
и колеблется от 1,8 до 2%. Обменная способность не одинакова для кальция и магния. Для магниевых солей она в 2,8 раза меньше, чем для кальциевых соединений, т. е. для поглощения магния требуется в 2,8 раза больше пермутита, чем для поглощения такого же количества извести. Во столько же раз меньшей является и скорость обменной реакции магния на натрий. Реакции пермутитов обратимы. На обратимости этих реакций основан применяемый на практике способ их регенерации поваренной солью, согласно следующему формулам:



Поваренная соль берется при этом в очень большом избытке, а именно в 8—10-кратном размере против теоретич. количества, в виде 10%-ного подогретого раствора. Регенерация пермутитового фильтрующего песка производится еще до того, как весь натрий пермутита замещен кальцием и магнием. Период работы пермутитового фильтра между двумя регенерациями продлевается обыкновенно от 10 до 16 часов. Поэтому при непрерывной работе котлов в течение круглых суток необходима установка двух комплектов пермутитовых фильтров.

На фиг. 22 изображен открытый пермутитовый фильтр. Пермутит помещается между слоями гравия для предохранения его от уноса током В.; верхний слой гравия служит вместе с тем фильтром для взвешенных веществ. Сырая В. поступает сверху по трубе 1; напор В. регулируется шаровым клапаном 2. Мягкая В. выпускается через трубу 4 и кран 5. Во время работы фильтра краны 2 и 5 открыты, а краны 3, 6, 7 и 8 закрыты. Когда пермутит сработался, закрывают кран 5 и проточный кран для умягчаемой В. Пермутит разрыхляют сильным током В. через кран 3. Затем выпускают В.

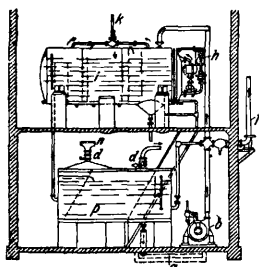
над пермутитом через кран 8 и пускают определенное количество 10%-ного раствора поваренной соли в течение 2—4 ч. Скорость пропускания раствора д. б. в 2—4 раза меньше против скорости фильтрования В.



Фиг. 22.

По прекращении притока соли пермутит остается под раствором еще 4—8 ч. После этого кран 7, к-рый служит для спуска раствора поваренной соли при регенерации, закрывают и открывают кран 6. Током воды вытесняют поваренную соль из пермутита (лучше всего употреблять не жестк., а смягченную В.) и после промывки, продолжающейся 5—10 м., кран 6 закрывают, предварительно убедившись, титрованием  $\frac{1}{10} N$  раствором азотнокислого серебра пробы В., взятой ниже пермутитового фильтра, что поваренная соль полностью удалена. После этого фильтр снова готов к работе.

Удаление вредных газов. Агрессивное действие вредных газов—кислорода и свободной угольной кислоты—на котельный материал особенно возрастает, если питательной В. служит поверхностный конденсат паровой турбины, не содержащий солей.



Фиг. 23.

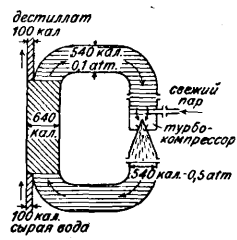
работится о том, чтобы резервуары, где хранится чистый конденсат, были надежны. Удаление газов из В. может производиться

ся химич., механич. или термич. путем или же комбинацией механич. и термического способов. Для последних способов применяются специальные аппараты—дегазеры или деаэраторы разных систем. Дегазер завода Бальке схематически показан на фиг. 23. Здесь обозначают: *a*—всасывающая труба для сырой В., *b*—паровая турбина, *i*—бак газоочиститель, *d*—предохранительные клапаны, *f*—выхлопная к последним труба, *h*—регулятор уровня воды, *n*—окислительный фильтр, поглощающий  $O_2$  и  $CO_2$  из воздуха, проникающего в корпус *p* при конденсации в нем паровой подушки; *k*—труба для отсасывания выделившихся из воды газов.

Очистка В. путем испарения. Полное удаление из питательной В. растворенных в ней веществ возможно путем ее испарения и последующей конденсации образовавшихся паров. Практически, однако, конденсат, получаемый в испарительных установках, всегда содержит незначительные количества щелочей и некоторую жесткость, величина к-рых колеблется в зависимости от типа установки и от того, подвергается ли вода предварительной обработке или нет. Необходимыми предпосылками правильно работающей установки являются достаточные размеры испарителя и тщательный уход за ним. Практика показала, что, за исключением тех случаев, когда в распоряжении имеется совсем мягкая питательная В., требуется предварительная химич. очистка последней. В противном случае, при загрязнении поверхности нагрева испарителей накипью и осадками, паропроизводительность их сильно падает. От старых опреснителей незамкнутого цикла, обладавших

весьма низким кпд, в последнее десятилетие стали переходить к более совершенным испарителям замкнутого цикла. Значительный успех был достигнут применением работающего на остром паре пароструйного насоса, к-рый отсасывает вторичный пар, образующийся в первом корпусе, и направляет его в последующие корпуса испарителя уже в виде рабочего пара для подогрева испаряемой воды.

Такой замкнутый тепловой процесс наглядно показан на фиг. 24. Притекающий острый пар расширяется в компрессоре приблизительно до  $0,5 \text{ atm}$  избыт. и засасывает вторичный пар низкого давления из испарителя, приобретающий при этом то же давление. Скомбинированный с подобным тепловым компрессором испаритель называют испарителем низкого давления. Его кпд значительно выше, чем у опреснителей незамкнутого цикла, но самый цикл, с термич. точки зрения, имеет лишь теоретич. значение, т. к. на практике: 1) часть тепла теряется через лучеиспускание, особенно вследствие значительных удельных объемов испарителей; 2) часть тепла теряется при очень частых продувках испарителей; 3) значительная часть тепла теряется также при частых



Фиг. 24.

остановках испарителей для чистки, при чем из них выпускается вся горячая вода.

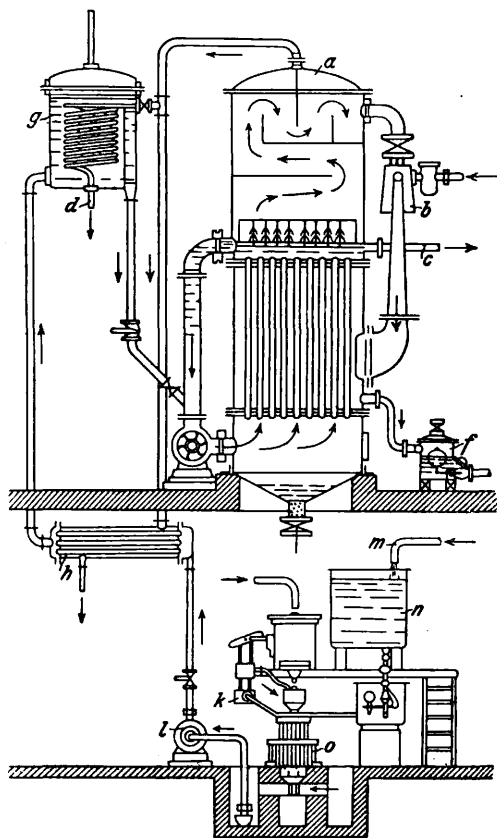
Новейшие конструкции з-да Бальке дают от 3,5 до 4 кг дистиллата за счет 1 кг острого пара, при условии предварительной очистки воды от механич. примесей и бикарбонатов. Обычно соединяют последовательно несколько испарителей, и только первый испаритель обогревается острым паром или даже мягким паром из турбин и паровых машин; образующийся в нем испарением В. вторичный пар подогревает В. во втором испарителе и т. д. Из последнего испарителя пар (в отличие от опреснителя незамкнутого цикла) отсасывается пароструйным насосом в первый испаритель. Расход пара на 1 кг дистиллата при трехкорпусном испарителе достигает 0,35 кг, при двухкорпусном — 0,6—0,7 кг, а при однокорпусном — 0,9—1,1 кг. Испарители мало доступны по цене, отличаются сложной конструкцией, требуют сложного ухода и контроля и, вследствие своей громоздкости, нуждаются в обширных помещениях. При таких условиях конденсат обходится очень дорого, и потому испарители находят ограниченное распространение; они устанавливаются преимущественно на крупных электрических станциях, где для питания паровых котлов имеется чистый турбинный конденсат в количестве 95—97% всей потребности и где, следовательно, очистке подлежит лишь незначительное количество добавочной В.

На фиг. 25 показан схематически испаритель завода Бальке с устройством для предварительной обработки испаряемой воды соляной к-той; обозначения: *a*—испаритель, *b*—пароструйный насос (термокомпрессор), *c*—выход щелока, образующегося при сгущении воды испарением, *d*—выход дистиллата, *f*—отвод дистиллированной воды, *g*—дегазер, *h*—трубчатый подогреватель, работающий паром из испарителя, *k*—насос для соляной к-ты, *l*—раздатчик соляной к-ты, *m*—выход сырой воды, *n*—резервуар для соляной к-ты, *o*—ороситель.

2. В. в производстве. Кроме основных требований чистоты, прозрачности, бесцветности, отсутствия запаха и т. п., к В., применяемой в производствах, предъявляются специальные требования в зависимости от того назначения, к-рое В. имеет в данном деле. Для многих производств требуется, чтобы употребляемая В. не содержала органических веществ и соединений железа.

На шерстомойнях требуется мягкая В., т. к. при жестких В. образуется известковое и магниальное мыло, плотно отлагающееся на волокнах и затрудняющее дальнейшую обработку шерсти, особенно при крашении. При мойке жесткой В. выделяются с мылом обильные жирные осадки, шерсть при сушке теряет свою мягкость и нередко плохо пахнет; при этом естественно теряется много мыла: один немецкий градус жесткости обуславливает потерю 120 мг хорошего ядрового мыла; на 1 м<sup>3</sup> В., имеющей 25 нем. градусов жесткости, теряется 3 кг мыла. На шелкоткацких и шелкокраильных фабриках также требуется мягкая В., не оставляющая извести в волокнах, т. к. известь затрудняет крашение и

трудно поддается удалению. Особенно опасно загрязнение В. солями железа, а также красящими органическими веществами, вызывающими образование пятен на готовом фабрикате. Загрязнение В. железом вредно также и в писчебумажном производстве вследствие образования на товаре пятен. Загрязняющие органические вещества в



Фиг. 25.

В. могут повлечь за собой образование грибов в бумаге. При проклейке бумажной массы на 1 нем. градус бикарбонатной жесткости непрочно теряется 50 г сернокислого алюминия на 1 м<sup>3</sup> В. Для крахмального производства требуется В., совершенно свободная от частиц травы, листьев, водорослей (диатомей), т. к. все эти растительные остатки вызывают побурение крахмала при сушке. Недопустимо также присутствие в В. различных грибов, как Crenotrix, Cladotrix, а равно и солей железа, к-рое восстановительным действием грибов отлагается на их поверхности и вызывает желтоватое окрашивание крахмала. В. должна быть также свободна от дрожжевых и споровых грибов, возбудителей брожения, не содержать аммиака и азотной к-ты и значительных количеств окисляющихся органических веществ (требующих для окисления больше 10 мг на л кислорода). Наконец, вода не должна содержать много извести и магнзии, во избежание увеличения зольности крахмала. В сахарном производстве предъявляются к воде приблизительно

аналогичные требования. Гниющие вещества В. могут вызывать разложение в диффузорах, а солевой состав—затруднить варку и кристаллизацию и увеличить зольность фабрика-ката; последняя, как известно, при анализе продукта на содержание сахара вычитается в пятикратном размере из показаний поли-мерметра. Для пивоваренного произ-водства свойства В. имеют колоссальное значение. Типические сорта пива можно полу-чать только при соответственных водах. При В., содержащей много гипса, понижается коэфф. использования солода; при большой бикарбонатной жесткости затрудняется за-сахаривание солода и сильно уменьшается прочность пива; для устранения последних недостатков применяется кипячение или при-бавление к-ты. В и н о к у р е н и е предьяв-ляет в существенном те же требования. Кро-ме того, В. с большим содержанием бикар-бонатной жесткости мало пригодна в каче-стве охлаждающей В. в холодильниках. Для производства дрожжей вредно присутствие хлористых кальция и магния. На заводах ликерных и т. п. для растворения сахара и разбавления спирта должна применяться мягкая В. во избежание мутности растворов. В к о ж е в е н н о м производстве для моч-ки сырых кож необходима мягкая В., при к-рой кожа становится тонкой и эластичной, легко поддается очистке от жиров и других загрязнений; напротив, при жесткой В. жи-ровые вещества и приставшая к коже грязь трудно удалимы, а бикарбонатная известь прочно связывается с кожной тканью. Жест-кая В. требует поэтому большого расхода сернистого натрия. В., содержащая гнию-щие загрязнения, гнилостные бактерии и грибки и т. п., особенно сточные В. из крах-мальных з-дов, содержащие *Bacterium me-gatherium* и т. д., сильно уменьшает проч-ность кожи, вызывая образование в ней руб-цов, канавок, трещин и грязнобурых жил. При жесткой В. использование дубильных материалов значительно ухудшается и рас-ход их соответственно увеличивается.

Лит.: Тимонов В. Е., Водоснабжение и во-достоки, СПб, 1904—06; Черепашинский М., Водоснабжение, СПб, 1905; Сурина А., Курс водо-снабжения, Л., 1926; его же, Улучшение качеств воды, употребляемой в промышленности и для питья, СПб, 1910; Гейдеприм С., Очистка воды для питания паровых котлов, М., 1900; Гордон И. Л., Вода и ее очистка для питания паровых котлов, и т. д., М., 1927; Гордон В. Л. и Гордон И. Л., Обслуживание паровых котлов и очистка питат. вод паровых котлов, М., 1928; Гордон И. Л., Очи-стка воды для питья, «Техн. и экон. пут. сообщ.», М., 1923, т. 2, 5; его же, Питательная вода паровых кот-лов, «Тепло и сила», М., 1924, 7—12, 1925, 2—3; «Вест-ник Моск. об-ва тех. надз.», М., 1925, 8—11, 1926, 2—4; его же, Очистка воды на Владикавказ-ской ж. д., «Техника и экономика путей сообще-ния», М., 1922, т. 1, 6; Юшкевич С. Ф., Смаж-чение жестких вод, М., 1925; Кашноров Н. А., Современные способы очистки воды, Томск, 1912; Влахер и Рейшле, Труды 43 Съезда ин-женеров Международного союза об-ва надзора за паровыми котлами, пер. И. Л. Гордона, М., 1913; Потресов М. И., Цеолитовый способ исправле-ния жестких вод, М., 1912; Изгарышев Н. А., Пассивность металлов, «Технико-экономический вест-ник», М., 1925, 8—9; Труды II Всеросс. теплотехниче-ского съезда, т. 4, вып. 1, Доклады проф. Вологодина С. П. и инж. Гордона И. Л., М., 1925; «Тепло и сила», М., 1924; «Журнал Русского физич. об-ва», 1914; «Известия Моск. об-ва для надзора за пар. котлами», М., 1911—17; Lunge u. Bergl, Handbuch d. chemisch-technischen Untersuchungsmethoden, В. 4, В., 1924; Fischeг F., Chem. Technologie. Das Wasser,

Lpz., 1914; Ziegler P., Schnellfilter, ihr Bau u. Betrieb, Lpz., 1919; Heyn E. u. Bauer O., Über d. Angriff d. Eisens durch Wasser u. wässrige Lösun- gen, Mitteilungen des Materialprüfungsamtes und d. K. Wilhelm Inst. f. Metallforschung, H. I—II, В., 1908; Blacher C., Das Wasser in d. Dampf- u. Wär- metechnik, Lpz., 1925; Herberg G., Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkesselbetriebes, 3 Aufl., В., 1928; Nernst W., Theoretische Che- mie, Stuttgart, 1921; D ubbel H., Taschenbuch für den Fabrikbetrieb, Berlin, 1923; O b e r i n g K. und S ch m i d t K., Reinigung und Untersuchung des Kesselspeisewassers, В., 1921; Paul J. H., Boiler Chemistry a. Feed Water Supplies, L., 1923; B u n d e und E i t n e r, Berichte über Geheimmittel, welche zur Verhütung und Beseitigung von Kesselstein dienen sollen, Hamburg, 1905; Z s i g m o n d y R., Lehrbuch d. Kolloidchemie, Lpz., 1925; Ostwald W., Grund- riss d. Kolloidchemie, Lpz., 1923; F r e u n d l i c h H., Kolloidchemie u. Biologie, Dresden—Lpz., 1924; T i l l m a n s J., Die chemische Untersuchung v. Wasser u. Abwasser, Halle a/S., 1915; Tillmans J., Wasser- reinigung und Abwasserbeseitigung, Halle a/S., 1912; G a u s R., Zeolite u. ähnl. Verbindungen, ihre Konstitu- tion und Bedeutung für d. Technik, В., 1906; S p a l k - h a v e r - S c h e i d l e r - R ü s t e r, Die Dampfkessel, 2 Aufl., В., 1924; W e h r e n f e n n i g E., Über d. Untersuchung und d. Weichmachen d. Kesselspei- sewassers, 2 Aufl., Wiesbaden, 1905; H a u s b r a n d E., Verdampfen, Kondensieren und Kühlen, Berlin, 1924; «Gesundheits-Ingenieur», München, 1902—27; «Deutsche Medizin Wochenschrift», Lpz., 1898; «Ztschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten», В., 1874; «Gesundheit», Char- lottenburg, 1905; «Z. ang. Ch.», 1912, 1917, 1919, 1920, 1923; «Ch.-Ztg.», 1904, 1907, 1908, 1910, 1917; «Ztschr. f. physik. Chemie», Lpz., 1904, 1911, 1914; «Ztschr. d. anorg. u. allgem. Chemie», Lpz., 1919; «Archiv f. Wärmewirtschaft u. Dampfkesselwesen», В., 1922—25; «Feuerungstechnik», Lpz., 1926; «Brennstoff und Wär- mewartschaft», Halle, 1926; «Mittel. d. Vereinigung d. Grosskesselbesitzer», В., 1925—26; «Mittel. d. Mate- rialprüfungsamtes u. d. K. Wilhelm Inst. f. Metallfor- schung», В., 1915; «Ztschr. f. Metallkunde», В., 1922; «Journal für Gasbeleuchtung», München, 1891, 1897, 1898, 1899, 1901, 1906, 1907, 1910, 1912; «Wochenschrift f. Brauerei», В., 1910; «Ztschr. f. d. ges. Brauereiwe- sen», Nürnberg, 1912, 1914; «Ztrbl. f. d. Zuckerindus- trie», Magdeburg, 1905; «Bull. de la Société d'encou- ragement pour l'industrie», Paris, 1891; «Chaleur et in- dustrie», Paris, 1925; «GC», 1910.

И. Гордон.

**ВОДКА**, смесь винного спирта с водой, содержащая часто естественные специфиче- ские примеси, сообщающие ей характерный вкус и аромат.

Обыкновенная В., или хлебное вино, готовится смешением в раз- ных пропорциях чистого ректификованного спирта с водой. В СССР для В. установлена законом крепость в 40°, т. е. она должна содержать 40% (по объему) чистого этило- вого алкоголя. Т. к. примеси, содержащиеся в сыром спирте, более ядовиты, чем этило- вый алкоголь, то на приготовление хлебного вина идет только ректификованный спирт, удовлетворяющий стандартным нормам (см. *Ректификация*). Вода, применяемая для при- готовления В., должна удовлетворять sani- тарным нормам и иметь постоянную жест- кость не выше 30° немецких (1 немецкий гра- дус соответствует содержанию 1 ч. СаО в 100 000 ч. воды); если последняя выше 4°, то вода подвергается предварительной очист- ке содой  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и известью. Смесь хотя бы и чистого ректификата с чистой водой обла- дает некоторой глущестью вкуса, а иногда имеет и различные, уловимые только вкусо- выми органами, неприятные вкусовые оттен- ки, обусловливаемые, повидимому, неопре- делимыми химически количествами посто- ронних примесей. Для облагораживания вкуса водку фильтруют через березовый или липовый уголь, к-рый адсорбирует эти при- меси, а может быть действует и химически (по проф. Глазенану), образуя небольшие

количества эфиров. Кроме того, водка извлекает из угля немного поташа, который смягчает жгучесть вкуса. Угля, в форме ку-сочков величиной от горошины до ореха, берут 400 г и больше на 12 л вина. Его загружают в высокие медные (или железные) цилиндры, соединенные трубами по несколько штук (5—6) в батарее т. о., что первый фильтр содержит уголь, уже почти истощивший свою адсорбционную силу, а в последнем находится свежий уголь. Продолжительность соприкосновения с углем сортировки (смеси спирта с водой)—около суток. После того как первый фильтр окончательно потеряет свою поглощающую способность, его выключают и вводят свежий фильтр, к-рый устанавливают на последнее место, а первым становится фильтр, бывший раньше вторым. Из выключенного фильтра остатки спирта отгоняют паром. В последнее время предложено заменить обыкновенный уголь активированным (норит), адсорбционная способность к-рого настолько значительнее, что его требуется всего от 4 до 10 г на 12 л вина (см. *Активированный уголь*). При таком малом количестве угля применение угольных фильтров становится излишним. Для очистки достаточно пропустить сортировку, смешанную с активированным углем, через песочный фильтр; т. о. вся работа весьма упрощается и ускоряется. Кроме того, для смягчения и улучшения вкуса водки к сортировке можно прибавлять на каждый литр 300 мг двууглекислого натрия и 1,6 г сековличного сахара.

**Виноградная В.** приготавливается перегонкой виноградных вин, б. ч. белых, молодых, слабых или болезненных, и виноградных выжимок и дрожжей (см. *Коньяк*).

**Вишневая В., киршвассер**, весьма распространенная в Германии, получается подобным же образом, перегонкой перебродившего вишневого сула, приготовленного б. ч. из диких (иногда и садовых) вишен. При раздавливании вишен для сула раздроблению подвергается также и часть косточек (ок. 1/3). Первый погон подвергают вторичной перегонке, отбрасывая конечную (хвостовую) фракцию, которая прибавляется к новой бражке. Вишневая водка имеет слабый аромат горького миндаля от присутствия в зернах косточек *амигдалина* (см.). При продолжительной выдержке вкус вишневой В. становится мягче.

**Ром—В.**, приготавливаемая сбраживанием и перегонкой сока сахарного тростника, выварки из отжатого тростника, тростниковой мелассы и др. отбросов тростниково-сахарного производства. Свой тонкий вкус и аромат ром получает после долгого выдерживания в дубовых бочках. Бурая окраска достигается прибавкой сахарного кулера (подожженный сахар). Ром выделывается в странах, где развито производство тростникового сахара. Лучший ром доставляется с о-ва Ямайки. Подобным же образом на о-вах Яве и Цейлоне и в южной части Азии получают арак перегонкой перебродившего сока цветочных початков пальмы *Toddy*.

**Виски**—очень распространенная в Англии и Америке В., приготавливаемая перегонкой перебродившего сула из ячменного

(иногда из ржаного) солода, ржи, маиса или овса. Первый погон подвергают вторичной перегонке, отбрасывая головную и хвостовую фракции, к-рые прибавляются к новой бражке. Для улучшения вкуса и аромата виски выдерживают 4—8 лет в бочках изпод хереса или в сильно обугленных внутри дубовых бочках. Сущность процесса, протекающего при выдержке, до сих пор недостаточно выяснена. Известно, что при этом происходят процессы окисления и этерификации, и образующиеся в ничтожном количестве сложные эфиры улучшают вкус и аромат водки.

*Лит.:* Раковский А. В. О хлебом 40° вине, «Пищев. промышл.», 7—8, М., 1926. **А. Шустов.**

**ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО** составляет совокупность технич., экономич. и админ.-правовых мероприятий, имеющих целью наиболее рациональное использование природных водных ресурсов. Водой пользуются для питья, водопоя, домашних, промышленных и с.-х. нужд, сплава, судоходства, рыболовства и рыбоводства. Водные запасы приходится при этом перераспределять, доставляя воду туда, где ее недостает, отводя излишки воды и изменяя природн. условия, в которых находятся водные ресурсы.

По роду использования воды водное хозяйство включает в себя: 1) *мелиорации* (см.) сел. хозяйства, или коренные улучшения, связанные с улучшением естественных, по преимуществу почвенных и водных, условий сел. хозяйства (осушение, орошение); 2) *внутренние водные пути* сообщения, устраиваемые для улучшения, оборудования и создания водного транспорта; 3) *мелиорации* заселенных мест, обеспечивающие водоснабжение, канализацию, защиту от наводнений, оползней; 4) использование наличной гидравлич. энергии (см. *Белый уголь*).

В основу мероприятий во всех этих областях д. б. положено систематич. и планомерное изучение наличных водных ресурсов, т. к. только знание их позволяет рационально поставить водное хозяйство. Земельные мелиорации имеют в виду коренные улучшения водных условий сел. хозяйства. Естественные водные условия местности могут быть неблагоприятны для успешного произрастания растений вследствие недостатка влаги или избытка ее. В первом случае путем орошения почва увлажняется и обогащается питательными веществами, во втором же, через осушение, избыток влаги собирается и отводится. Необходимость орошения, а также интенсивность его определяются климатом местности, глав. образом влажностью воздуха и отношением между выпадением осадков и испаряемостью в течение вегетационного периода. Возможность орошения обусловливается наличием достаточно мощных водных запасов, не разобраных на другие цели, и определенным рельефом местности. Производство мелиораций требует предварительных изысканий, состоящих в выяснении водных запасов, выяснении рельефа местности (план в горизонталях), климатических (температура и осадки) и почвенных (плодородие, влагоемкость и водопропускная способность) условий, а также режима грунтовых вод.

Водные пути сообщения должны обладать постоянной минимальной глубиной, обуславливающей надежность и непрерывность сообщений, а при искусственных водных системах д. б. обеспечено их достаточное питание водой. Здесь опять необходимы исследования условий стока и его распределения по временам года, а также съемка русла реки и промеры глубин. Для утилизации запасов белого угля необходимо знание стока, продольн. уклонов реки и геолог. строения долины, обуславливающих возможности устройства плотин и водохранилищ. Поэтому необходимой частью правильно поставленного В. х. является организация постоянных и систематич. гидрометрич. и метеорологических наблюдений, в результате к-рых можно было бы иметь гидрографию края и составить кадастры запасов воды и белого угля. Не менее важной предпосылкой В. х. является организация целого ряда опытных работ, имеющих целью выявить наиболее целесообразные при данных условиях нормы орошения и осушения (см. *Гидромодуль*), типы гидротехнич. сооружений и отдельные эмпирич. коэфф-ты для гидрологич. и гидравлических расчетов. Чем обширнее, в смысле полноты и длительности непосредственных и опытных наблюдений, будет материал, тем обоснованнее можно составить общий план В. х. данного района, и тем полнее можно использовать наличные водные ресурсы. На основании общего плана В. х. производят детальные изыскания и составляют проекты отдельных сооружений, а затем производят и самое строительство, по окончании к-рого сооружения переходят в текущую эксплуатацию. Таким образом, по признаку последовательности работ, В. х. включает в себя: 1) постоянные гидрометрические, метеорологические и опытные наблюдения и исследования; 2) составление общего плана В. х.; 3) изыскания, составление проектов и строительство отдельных сооружений и 4) эксплуатацию сооружений.

В. х. не ограничивается только технич. стороной использования водных запасов. Не менее важную роль играют и те юридич. и админ. нормы, к-рые регулируют водопользование, источники финансирования В. х. и, наконец, те организационные взаимоотношения, какие складываются между отдельными водопользователями. В водном праве основным является вопрос о принадлежности вод. Гражданский кодекс РСФСР устанавливает (ст. 52), что «воды могут быть исключительно собственностью государства». Во всех странах, где широко развиты мелиорации (Италия, Испания, С.-А. С. Ш., Канада, Индия, Египет), право распоряжения водами изъято от береговых владельцев в пользу государства. То же самое имело место и на окраинах царской России — в Туркестане и Закавказьи.

Не менее важное значение имеет и вопрос о том критерии, к-рый д. б. положен в основу распределения воды в соответствии с общими интересами и нуждами В. х. Америк. водный закон устанавливает, что «основанием, мериллом и пределом права пользования водами является полезное применение их». В других странах пытаются заранее

предопределить известную градацию в водопользовании, основанную на обычае, давности пользования или судебных постановлений. Закавказский водный закон 1890 г. установил следующую постепенность водопользования: 1) питье, домашние нужды населения, водопой, 2) орошение, 3) вододействующие и промышленные заведения. Во всяком случае во всех новейших водных законодательствах проводится мысль о предоставлении преимущественного права надобностям государственного и общественного значения перед частными и о допущении принудительного отчуждения всяких имуществ и прав как ныне существующих, так и могущих возникнуть в будущем, поскольку это окажется необходимым в интересах государства. Наконец, водное законодательство проводит принцип привязности воды к определенному имуществу или предприятию с тем, чтобы вода производительно использовалась по тому именно назначению, на которое отпущена.

Вопросы финансирования составляют также неотъемлемую часть В. х. Мелиоративные работы, произведен. во многих странах и британских колониях, потребовали затраты колоссальных средств. Так, например: в Италии мелиоративные работы, произведенные за последние 50 лет, оцениваются не менее чем в 1 млрд. лир; регулирование среднего течения Рейна обошлось ок. 30 млн. мар.; на 39 больших ирригационных систем Индии, орошающих свыше 4 млн. га, затрачено до 23 млн. фн. ст.; на орошение Египта в долине Нила — 7,2 млн. фн. ст.; в С.-А. С. Ш. — свыше 100 млн. долл. Производство таких больших работ не под силу частным землевладельцам и требует определенного содействия со стороны правительства. История мелиораций указывает, что это содействие выражалось в двух направлениях. Прежде всего правительства отдельных стран брали на себя организацию и производство крупных мелиораций. Еще в 18 в. в с.-в. Пруссии правительство произвело в значительной степени осушение болот, что содействовало быстрому росту сел. хозяйства. В Италии, Индии и Египте крупные мелиорации произведены также государством. С середины прошлого столетия намечаются новые формы финансирования В. х. Самостоятельное производство мелиораций самой государственной властью заменяется целой системой мероприятий, имеющих целью облегчить производство работ самим населением. На первом месте в числе этих мер надо поставить организацию особого мелиоративного кредита и фонда. Такие фонды были созданы в Германии, Австрии и в С.-А. С. Ш. (по «Мелиоративному акту» 1902 г.). Из этих фондов выдавались особые ссуды, обеспечением которых считался тот прирост ценности земель, который получался вследствие произведенных коренных улучшений и мог быть сравнительно точно учтен заранее, до производства самых работ. Закладные на имущество, полученные с целью увеличения его первоначальной ценности, или мелиоративные ссуды, пользуются повсюду юридич. приоритетом перед ипотеками и другими заклад-

ными, лежащими на том же имуществе. При этом, однако, признание за ссудами мелиоративного характера обуславливается утверждением со стороны уполномоченного на то органа управления проекта и сметы мелиорации и контролем над израсходованием ссуды по прямому назначению. В тех случаях, когда государство само строит оросительные системы, оно вводит платность водопользования (Индия) или же устанавливает особый водный налог (Египет).

Следующей мерой, способствующей развитию В. х., является организация водных или мелиоративных товариществ. Основное отличие их от других товариществ заключается в принудительном характере их образования. Самый характер В. х. требует распространения его на возможно большее число владений. Поэтому, если большинство землевладельцев данной местности желает произвести ту или иную мелиорацию ее, то водное законодательство большинства стран разрешает ему принудить при содействии власти несогласное меньшинство принять участие в осуществлении мелиорации, если только последняя является экономически выгодной для меньшинства. Наконец последней мерой для содействия В. х. является организация особых правительственных бюро для содействия населению в его мелиоративных и других гидротехнических работах. Почти во всех з.-европ. странах существуют такие бюро. В царской России В. х., за исключением годов, непосредственно предшествовавших войне 1914—1918 гг., играло очень незначительную роль. Впервые русское правительство обратило внимание на мелиорацию в 70-х годах прошлого столетия в результате работ валуевской «комиссии для исследования положения сел. хозяйства и сел. производительности в России». Были образованы две оросительные экспедиции — в Полесье и на севере, а в 1880 г. — третья, «для орошения юга России». За 27 лет своего существования экспедициями было осушено свыше 1 млн. га, гл. обр. земель крупных помещиков, а оросительных работ и совсем не было произведено: дело ограничилось одними проектами. В 1903 году экспедиции были уничтожены, и в губерниях были созданы должности гидротехников. После революции 1905 г. земельная политика Столыпина, с одной стороны, и стремление создать свои хлопковые районы — с другой, поставили на очередь вопрос о заселении русскими переселенцами окраин и, в частности, пустынных, но пригодных под разведение хлопка полупустынь Закавказья и Туркестана. На В. х., в особенности на орошение хлопковых районов, были отпущены в разное время большие суммы, достигшие уже в 1904 г. 13,5 млн. р., а в 1913 г. был создан особый мелиоративный, «романовский», фонд в 100 млн. р. Однако царскому правительству не удалось осуществить ни одной крупной работы. Помимо правительства, В. х. все в большей степени стали заниматься и земства. Отпускавшиеся ими средства были крайне незначительны (от 12 до 25 тыс. р. на губернию), но они обнаруживали тенденцию к быстрому росту. Кроме того, боль-

шинство земств организовывало свои гидротехнич. бюро. Непосредственно перед войной в России стали созываться районные мелиоративные съезды из представителей государственных и общественных организаций, но большого значения для развития В. х. они не получили.

В Союзе ССР значение В. х. учитывается в полной мере. Целый ряд крупных работ по орошению и белому углю завершен или еще производится (орошение Голодной степи, Мугани, Волховская и Днепровская гидростанции и др.). Мысль о единстве и целостности всего В. х. получила полное признание, и в союзных республиках, где вода играет первостепенную хозяйственную роль (Ср. Азия, Закавказье), образованы особые управления В. х. По государственному бюджету СССР образован особый ирригационный фонд (в 1925/26 г. капитальные вложения в В. х. составили 31 млн. р., в 1926/27 г. — 42 млн. р.) на производство крупных работ в хлопковых районах. Поскольку В. х. составляет неотъемлемую часть всего народного хозяйства, планы развития В. х. согласуются в Госплане СССР с общим планом всего народного хозяйства.

Лит.: Снорьянов Е. Е., Орошение и колонизация пустынных гос. земель С.-А. С. Ш., СПб, 1911; его же, Оросит. предприятия правит. С.-А. С. Ш., СПб, 1913; Епанчин Н., Орошение и колонизация черноз. прерий дальнего запада Канады, СПб, 1913; Эссен А., Водное хозяйство Грузии, «Эконом. жизнь Кавказа», Тифлис, 1921, 4; Каценеленбаум З. Е., Мелиорация, мелиорат. кредит и товарищества, СПб, 1912.

А. Эссен.

**ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ** характеризуют ее способность воспринимать влагу, перемещать и отдавать ее. Сюда относятся:

1) **Гигроскопичность** почвы, т. е. способность поглощать водяные пары из воздуха и конденсировать их на поверхности своих частиц. Ее выражают обычно отношением веса гигроскопической влаги к весу взятой навески сухой почвы. Гигроскопичность зависит от удельной поверхности почвы, т. е. суммы поверхностей всех ее частиц, деленной на их объем. Чем мельче частицы почвы, тем выше ее удельная поверхность; в связи с этим глинистые почвы, обладают большей гигроскопичностью, чем песчаные. Еще большей гигроскопичностью обладают торфяные почвы и вообще почвы, богатые перегноем. По Митчерлиху, гигроскопичность чистого кварцевого песка 0,12, песчаных почв 1,03—1,23, супеси 1,71, легкого суглинка 2,27—2,64, среднего суглинка 3,07—3,09, тяжелого суглинка 4,12, глинистой почвы 5,97, торфа верхового болота 21,7. Гигроскопичность почвы имеет большое значение, т. к. установлено, что гигроскопич. влага удерживается частицами почвы с такой силой, что является недоступной для растений; этим объясняется то, что на болотистых почвах, содержащих большое количество влаги, растения часто страдают от ее недостатка и природная растительность торфяных болот бывает снабжена приспособлениями для уменьшения испарения влаги. Величина гигроскопичности почвы, как производная ее удельн. поверхности, позволяет судить о степени коллоидальности почвы.

2) **Влагоемкость** почвы, т. е. способность поглощать капельножидкую влагу и



удерживать ее; она выражается отношением веса влаги, находящейся в почве, к весу сухой почвы. Особенно большое практическое значение имеет капиллярная влагоемкость почвы, характеризующая количество влаги, заполняющей почвенные капилляры. Такое насыщение почвы влагой является оптимальным, т. к. только в этих условиях мы имеем в почве то соотношение между анаэробными и аэробными условиями, при котором обеспечивается благоприятный ход биологич. процессов. Влагоемкость почвы тесно связана с запасом органич. вещества в ней; последнее, набухая, способно поглощать огромные количества влаги. По Митчерлиху, влагоемкость песчаной почвы составляет 18,8%, легкого суглинка—20,2%, тяжелой глинистой почвы—80,9%, торфяной почвы—126%. Для определения капиллярной влагоемкости образец почвы обычно насыщается влагой снизу до постоянного веса.

3) **Водопроницаемость и водопроводимость** почвы; первая характеризуется способностью почвы воспринимать влагу, поступающую в нее сверху, а вторая—способностью почвы пропускать через себя влагу. Водопроницаемость определяется обычно в полевых условиях (методы Нестерова-Доярнко, Качинского и др.) и выражается количеством воды, поглощаемым определенной площадкой почвы в единицу времени. Водопроводимость определяется в лабораторных условиях и выражается количеством влаги, проходящей через столбик почвы определенной высоты в единицу времени. Водопроницаемость и водопроводимость тем выше, чем больше в почве промежутков, по которым влага может передвигаться вниз, подчиняясь силе тяжести (т. е. некапиллярных промежутков). Наиболее проницаемы структурные почвы, содержащие некапиллярные промежутки между своими структурными отдельностями; при этом решающую роль играет прочность почвенной структуры. На почвах с непрочной структурой все структурные отдельности размываются первыми же порциями воды, и почва после этого теряет все преимущества структурности. Для водопроницаемости почвы в естественных условиях решающее значение имеет характер подпочвенного слоя. При его непроницаемости влага застаивается на поверхности и заполняет на продолжительный срок некапиллярные промежутки пахотного слоя; вытесняя воздух из почвы, влага создает такой воздушный режим, к-рый сказывается неблагоприятно как на ходе микробиологических процессов в почве, так и на развитии растений, причиняя вымочки и т. п. На таких тяжелых непроницаемых почвах приходится отводить влагу искусственными мерами, устраивая *дренаж* (см.).

4) **Водоподъемная способность** почвы, т. е. способность подавать влагу из своих нижних слоев в верхние, откуда влага подвергается испарению (и с п а р я е м о с т ь почвы). Поднятие воды при этом происходит по капиллярным промежуткам, по которым движение воды происходит независимо от силы тяжести. Бесструктурная почва при уплотнении представляет собою по-

добие фитиля, непрерывно подающего влагу из более глубоких слоев. На структурных же почвах испарение происходит медленно вследствие разрыва капилляров. Водоподъемная способность почвы м. б. изучаема путем наблюдения за высотой и скоростью поднятия влаги в стеклянных трубках. Испаряемость почвы м. б. определяема различными методами в полевых и лабораторных условиях и выражается обычно количеством влаги, испаряемой единицей площади почвы в единицу времени. Регулирование испаряемости почвы имеет большое практич. значение, так как залывшая (бесструктурная) почва в жаркую погоду может потерять огромное количество влаги. В виду этого появившаяся летом на поле после дождя корка должна быть немедленно уничтожаема путем *боронования* (см.). Получившийся в результате этого рыхлый слой изолирует почвенные капилляры от наружного воздуха. Точно также не следует оставлять неспаханной почву после уборки растений (жнивье).

В. с. п. выражают ее водный режим, или водный баланс, определяемый: 1) поступлением влаги и 2) отдачей влаги.

То постоянно меняющееся количество влаги, которое находится в данный момент в почве, называется *влажностью* почвы—весовой или объемной, в зависимости от того, выражается ли она в % от веса сухой почвы или от ее объема. Почвенная влага м. б. в различных состояниях: 1) гравитационная влага, заполняющая некапиллярные промежутки и передвигающаяся, подчиняясь силе тяжести; 2) капиллярная влага, заполняющая капиллярные промежутки и при своем передвижении не подчиняющаяся силе тяжести; 3) гигроскопич. влага, представляющая молекулы воды, удерживаемые частицами почвы вследствие молекулярного притяжения. Гигроскопич. влага передвигается только под влиянием  $t^{\circ}$  и недоступна для растений. Влажность почвы имеет очень большое практическое значение, являясь одним из основных факторов роста растений, потребляющих за время своего развития огромное количество влаги (в 200—500 раз больше веса создаваемого ими сухого вещества).

В засушливых районах проблема борьбы за влагу является одной из самых важных проблем научного земледелия. Южными и юго-восточными с.-х. опытными станциями СССР (а также с.-х. опытными станциями С.-А. С. Ш.) разработан ряд приемов обработки (чист. пары, осенняя вспашка, введение пропашного клина и друг.), позволяющих получать более или менее удовлетворительный урожай даже в засушливые годы. Основное требование при борьбе за влагу—это необходимость создания прочной структуры почвы. Все приемы, которые не ставят этого момента во главу угла, являются паллиативами. Осуществление же этого требования возможно лишь при переходе к травопольной системе земледелия. При замене ею теперешнего стихийного хозяйства, основанного исключительно на зерновых хлебах, очень многие районы перестали бы быть засушливыми. Вспомогательную роль

в сбережении почвенной влаги может также сыграть селекция засухоустойчивых с.-х. растений. В тех районах, где количество осадков недостаточно, необходимо прибегать к искусственному орошению (см.). Сроки и нормы орошения необходимо согласовывать с потребностями растений во влаге.

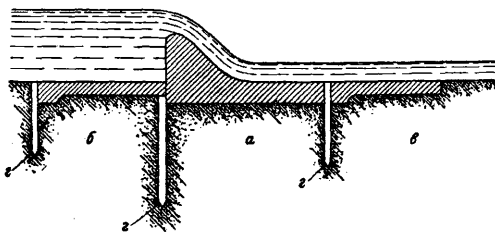
Если влажность почвы часто является решающим и непосредственным фактором для развития растений, то не меньшее влияние она имеет и на микробиологию, деятельность почвы. На высохшей почве в жаркую погоду всякая микробиологич. деятельность приостанавливается, происходит прямое старение органич. вещества, в результате чего непроизводительно теряется нужный для растений азот. При избыточной влажности в почве идут неблагоприятные анаэробные процессы, связанные как с потерей азота, так и с накоплением в почве закисных соединений, вредно влияющих на растения. Влажность почвы оказывает также влияние на ее физич. свойства, уменьшая связность почвы. Пересохшая уплотненная почва бывает иногда настолько связной, что невозможно обработать ее, влажная же почва не оказывает такого сопротивления орудиям обработки и легче крошится на отдельные части. Обратное влияние оказывает влажность на прочность почвенной структуры. Непосредственными наблюдениями установлено, что сухая почва легче подвергается размыванию водой, чем влажная почва. Динамика влажности почвы во времени протекает различно в зависимости от растительного покрова почвы и ее культурного состояния. Изучение динамики почвенной влажности производится путем взятия проб почвы с определенной глубины и определения количества влаги. Для этого определения существуют несколько методов: 1) определение разницы в весе до и после высушивания пробы почвы в сушильном шкафу; 2) пикнометрический, спиртовой (по изменению крепости спирта, в который помещается влажная навеска почвы); 3) карбидный (по количеству ацетилена, выделившегося от реакции почвенной влаги с карбидом кальция); 4) электрометрический (по изменению сопротивления в цепи тока) и др. Электрометрич. метод применяется также для определения влажности почвы непосредственно в полевых условиях.

Лит.: Вильямс В. Р., *Общее земледелие с основами почвоведения*, М., 1927; Глинка К. Д., *Почвоведение*, 3 изд., М., 1927; Коссович П. С., *Краткий курс общего почвоведения*, 2 изд., П., 1916; Лебедев А. Ф., *Передвижение воды в почвах и грунтах*, Ростов н/Д., 1919 (с нов. дополн. на нем. яз. в журн. «Ztschr. f. Pflanzenernahrung, Düngung u. Bodenkunde», Lpz., 1927, Т. А, В. 10, Н. 1); Некрасов П. А., *Водный режим почвы*, «Итоги работ русских опытных учреждений», М., 1924, 4; Russel E. J., *Soil Conditions and Plants Growth*, L., 1927; Mitscherlich A., *Bodenkunde für Land- und Forstwirtschaft*, 4 Aufl., Berlin, 1923. **Н. Соколов.**

**ВОДНЫЙ ГОЛУБОЙ**, трифенилметановый краситель, сульфированный трифенилрозанилин. См. *Красящие вещества синтетические*.

**ВОДОБОЙ**. 1) В., или водобойная часть, в гидротехнике представляет собою: при глухой плотине водосливную часть, а также и ту часть, к-рая воспринимает падающую с водосливной части струю

воды; при разборчатых плотинах он составляет порог плотины, а В., в тесном смысле слова, служит для расположения подвижной части плотины и восприимчивости падающей с нее струи. При хороших грунтах, если нет оснований ожидать фильтрации под плотинной и размыва грунта падающей водой, можно ограничиться одной лишь водобойной

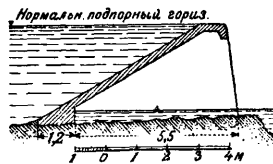


Фиг. 1.

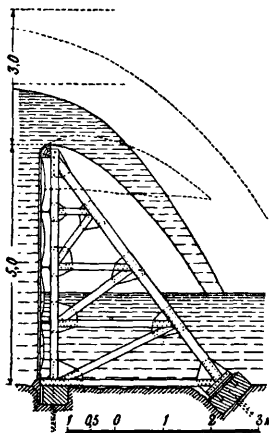
частью; в противном случае перед В. а устраивают понур б для укрепления подхода к В. и для удлинения фильтрационного пути, а ниже В.—рисберму (или слив) в для защиты грунта от размыва (фиг. 1). Обе эти части в месте сопряжения с В. обычно ограждают шпунтовыми рядами г. Водобой плотины или водоспуска устраивают из дерева, каменной или железобетона. Водосливную часть глухих плотин устраивают различных типов (см. *Водослив*), в разборчатых же (напр. Пуаре, вальцовый, сегментный) форма ее и форма порога водослива обуславливаются типом разборчатой части.

В водосливах глухих плотин грань, обращенная к верхнему бьефу, обычно имеет вертикальное или слегка наклонное направление, но затем, от гребня плотины, ей придают профиль, отвечающий форме стекающей с гребня струи. Нижняя часть водослива или продольная часть по наклон. прямой или закругляется для отклонения падающей струи; в иных же типах плотин (железобетонных, железных и друг.) струя после схода с гребня имеет свободное падение (см. фиг. 2 и 3). В последнем случае вода оказывает значительное действие на подошву водослива. Если стенка водослива, по которой стекает вода, имеет угол наклона к горизонту  $\alpha$ , то при расходе  $Q$  и скорости  $u$  места падения  $v$  сила удара

$$P = (1 - \cos \alpha) \frac{\rho}{g} Q u,$$



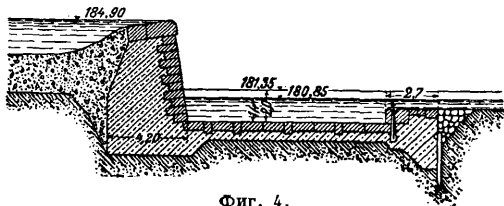
Фиг. 2.



Фиг. 3.

следнем случае вода оказывает значительное действие на подошву водослива. Если стенка водослива, по которой стекает вода, имеет угол наклона к горизонту  $\alpha$ , то при расходе  $Q$  и скорости  $u$  места падения  $v$  сила удара

где  $\lambda = 1000 \text{ кг}$  в  $1 \text{ м}^3$  и  $g$  — ускорение силы тяжести. Давление на грунт у подошвы  $\sigma = \frac{P \cos \alpha}{f}$ , где  $f$  — площадь действия слоя падающей воды. Напр., при  $Q = 1000 \text{ м}^3/\text{сек}$ ,  $\alpha = 52^\circ$  и напоре 50 м, при длине водослива 150 м, давление составляет  $3,0 \text{ кг}/\text{см}^2$ . Поэтому, если толщина слоя воды ниже плотины мала, то устраивают т. н. водобойный колодец (фиг. 4; размеры в м), чтобы ослабить



Фиг. 4.

влияние удара струи при падении. В разборчатых плотинах на судоходных реках обычно слой воды в нижнем бьефе достаточен, чтобы уменьшить силу удара при падении воды, и здесь необходимости в устройстве колодцев нет; длина  $V$  обуславливается лишь конструкцией разборчатой части и развитием пути фильтрации. Обычно ставят требование, чтобы длина водобойной части была не меньше суммы высот ограждающих ее шпунтов (от нижней грани флотбета).

Часть  $V$ , лежащую ниже поверхности дна, фундамент плотины, устраивают в соответствии с условиями грунта дна, в соответствии с требованиями устойчивости и прочности, а также достаточного развития пути фильтрации. Для плотин длина фильтрационной линии обычно определяется по формуле Блай (Bligh) для линейного падения напора  $L = cH$ , где  $H$  — напор, или разность горизонтов бьефов,  $L$  — длина фильтрационной линии и  $c$  — коэффициент, зависящий от характера грунта (от 6 до 18).

Водобойную часть деревянных разборчатых плотин устраивают в виде ростерка на сваях, ограниченного с верхней и нижней сторон шпунтовыми рядами. Пространство между сваями заполняют глиной или камнем и ростерк покрывают досчатым настилом. В бетонных плотинах  $V$  делают в виде бетонной массивной плиты, составляющей одно целое с порогом плотины. Водобойные части глухих плотин представляют продолжение фундамента водосливной части и иногда в нижней части или приподняты по плавной линии или имеют стенку для образования гидравлич. подушки. Вообще же конструкции водобойных частей весьма различны и зависят как от типа плотины, так и от высоты падения воды, материала плотины, условий грунта, а также от местных условий.

2) В горном деле, брызгаломонитор, — прибор, применяющийся при гидравлическ. разработках полезных ископаемых, служащий для подачи струи воды под сильным напором для разрыхления, промывки и транспортирования пород, а также и торфа (см. *Гидроторф*). В. применяется гл. обр. при разработке золотых россыпей (напр. в Калифорнии). На забой направляется при помощи водобоя сильная струя воды под давлением нескольких атмосфер; вода раз-

рушает, размывает и сносит золотосодержащую породу, направляемую далее на золотоулавливающие аппараты. См. *Гидравлические разработки*.

Лит.: Анисимов В., Плотины, Москва, 1928; Подарев В. В., Гидротехнич. сооружения, М., 1925; Акулов К., Брилинг Е., Козлов и Марцелли С., Куре внутрир. вода, сообщ. т. 2, Москва, 1928; Rehbock T. H., Talsperrenbau, Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, T. III — Wasserbau, Lpz., 1911—1924; Ziegler, P., Der Talsperrenbau, Lpz., 1925. **К. Акулов.**

**ВОДОИЗМЕЩЕНИЕ**, количество вытесненной судном воды, соответствующее, согласно закону Архимеда, весу судна. Различают объемное  $V$  и весовое. Первое равно объему подводной части судна, включая сюда не только корпус, но и все выступающие части судна: руль, киль, гребные винты или колеса и т. д.; измеряется оно в  $\text{м}^3$  или  $\text{фт.}^3$  и выражается произведением из длины судна  $L$ , ширины его  $B$  и углубления  $T$  на коэфф-т полноты  $V$ , т. е.  $V = \alpha \cdot L \cdot B \cdot T$ , где  $\alpha$  равно 0,4—0,55 для очень острых судов, 0,55—0,65 для судов средней полноты и 0,65—0,80 для полных судов. Весовое  $V$ , равное весу судна, измеряется произведением объемного  $V$  на плотность воды и дается в метрич. или англ.  $t$  (1 016 кг), при чем объем англійск.  $t$  можно считать 36  $\text{фт.}^3$  пресной или 35  $\text{фт.}^3$  соленой воды. Для одного и того же судна  $V$  не является постоянной величиной, так как нагрузка судна все время меняется или вследствие приема тех или иных грузов, или расхода на судне провианта, горючего, боевых припасов (на военных судах) и т. д. Изменение веса судна отражается на его объемном  $V$ , следовательно — на углублении судна в воде. Разницу в углублении можно определить (при сравнительно небольших изменениях) как частное от деления разницы между  $V$  на величину  $V$  для единицы углубления (напр. для 1 дм. или 1 см), к-рая соответствует  $V$  слоя воды при площади, равной площади грузовой ватерлинии. Для отдельных судов  $V$  бывает очень различно, начиная от нескольких  $\text{м}^3$  (для шлюпок и других мелких судов) и доходя до 50 000—60 000  $\text{м}^3$  (для крупнейших трансатлант. пароходов) и до 35 000  $\text{м}^3$  (для военных судов).

Лит.: Нütte, Справочная книга для инженеров, т. 2, Берлин, 1926; Доливо-Добровольский Б., Воевой флот, М., 1925; Крылов А., Теория корабля, СПб., 1907; Шершов А., Практика кораблестроения, СПб., 1912. **К. Боклевский.**

**ВОДОН**, в текстильном производстве, механизм для направления нити при наматывании ее на мотовило, катушку, бумажную гильзу (для образования бобины) и пр. См. *Коконотанное, Ткацкое производство*.

**ВОДОЛАЗНОЕ ДЕЛО**, исполнение работ под водой водолазами по возведению гидротехнич. сооружений, работ по их ремонту, а также по оказанию помощи судам, потерпевшим аварии (заделка пробоин) и по подъему затонувших судов (см. *Судоподъем*). Наиболее часто применяют работы водолазов в портовом строительстве для выравнивания постелей каменной наброски, при кладке из массивов, при мелких работах по уборке грунта, камня, при очистке судоходных фарватеров (удалением камней, затонувших судов, карчей и т. п.), прокладке трубопроводов и кабелей через водные преграды, для

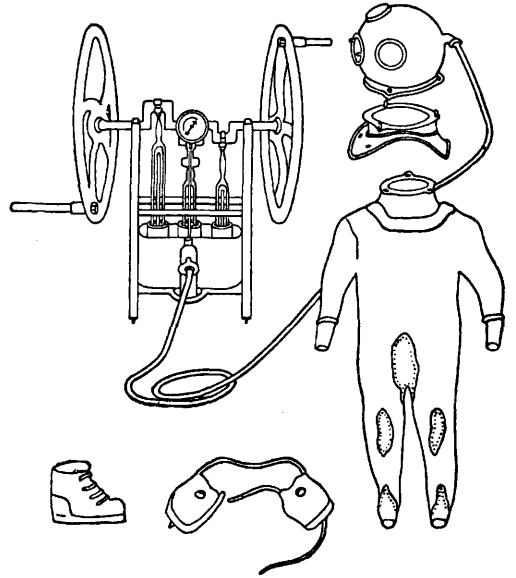
очистки водоприемников водопроводов, порогов и камер шлюзов, порогов доков, при ремонте сталедел и т. д.

Производительность водолазных работ зависит от глубины, скорости течения воды, ее прозрачности и  $t^\circ$ , удобного положения водолаза в воде у объекта работы, опытности и добросовестности самих водолазов. Рекордными по глубине являются работы америк. водолазов в обыкновенном снаряжении у о-ва Гонулулу при подъеме лодки F-14, произволившиеся в 1916 г. на глубине около 80 м. Нормальными можно считать для водолаз. работ глубины до 20 м, а для продуктивной работы предельной глубиной является примерно 40 м. Работа водолазов при скорости течения воды свыше 1,5 м/сек весьма затруднительна, а при скорости 2 м/сек достигнуть дна могут лишь исключительно сильн. водолазы и при условии увеличения веса балласта, обычно одеваемого на водолаза. В случае мутной воды даже сильные источники света приносят сравнительно мало пользы: видимость весьма ограничена. В воде большинства рек на глубине 6—8 м уже сумерки, особенно при облачном небе; на реке Неве и в Финском заливе на глубине 15 м водолаз едва видит свои руки; на Черном и Белом морях условия гораздо лучше, и до глубины 20 м естествен. света еще достаточно. Удобство положения работающего во время работы всегда играет большую роль; еще большее значение это имеет для водолазов, особенно в том случае, когда работа производится между дном и поверхностью воды: здесь должно быть обязательно применение люлек, как для строительных работ на фасаде домов.

Водолазное снаряжение состоит из скаффандра—одежды самого водолаза, воздухопроводного шланга, воздушнонагнетательного насоса и подсобного оборудования (телефона для сношения с водолазом, лампы подводного освещения и т. п.). Одежда водолаза (фиг. 1) состоит из шлема, рубахи, галаш, пояса с ножом, грузов переднего и заднего.

Обычными насосами, применяемыми в водолазной практике, являются насосы с ручным приводом; они легки, портативны и удобны в обращении. В тех случаях, когда требуется более значительная подача воздуха и притом более скатого (при работах на очень глубоких местах), употребляются два насоса ручного действия или насосы с механич. приводом (нефтяные, паровые или электрические). Из насосов ручного действия в СССР имеют наибольшее распространение трехцилиндровые системы Денейруза, улучшенные русской водолазной школой. Эти насосы подают не менее 30 л/мин скатого воздуха при работе водолаза до 50 м глубины. На таких больших глубинах требуется не менее четырех кашальщиков в смену. Несколько менее распространен тип насоса Зибге-Гормана, имеющий незначительное отличие от описанного выше. Еще реже встречаются в водолазной практике облегченные двухцилиндровые и даже одноцилиндровые водолазные насосы. Их применение ограничивается только работами на глубинах от 10 до 20 м. К новейшим образцам водолазных насосов следует отнести

двухцилиндровый насос двойного действия, имеющий широкое применение в Англии, а также четырехцилиндровый насос ординарного действия, дающие возможность достижения больших глубин. Эти насосы при помощи особых патентованных распределительных кранов позволяют каждой паре



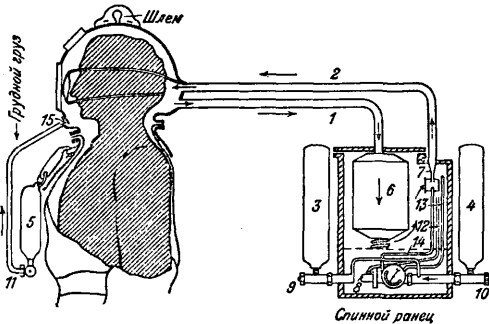
Фиг. 1.

цилиндров ординарного действия или одному цилиндру двойного действия работать независимо от других; т. о. от этих насосов можно одновременно спускать двух водолазов. Водолазные насосы с механич. приводом бывают с гибкой передачей или представляют собой воздушные компрессоры, нагнетающие воздух в особые воздухохранители. Воздухопроводные шланги—трубки по 20 м длины каждая, с внутренним диам. 15 мм, для толщине стенок около 8—8,5 мм, составлены из пяти концентрич. слоев, из к-рых три резиновых и два парусиновых. В среднем внутреннем резиновом слое по всей длине шланга навита упругая железная спираль. При испытании шланга на прочность предъявляются следующие требования: при давлении груза в 180 кг на шлангах длиной 10 см не должно быть заметных на глаз изменений в поперечном сечении воздухопроводного отверстия и остаточных деформаций; кроме того шланги испытываются внутренним давлением в 30 атм. Колена шлангов срачиваются между собой помощью медных соединений.

Шлем из цельнотянутой красной меди состоит из верхней части—котла и нижней—манишки. Эти части соединяются различно в разных системах: у нас приняты в гражданском ведомстве шлемы 12-болтовые (прототип их—Зибге-Горман), в которых котел соединяется с манишкой помощью навинчивания поворотом на 45° и закреплением котла на манишке специальн. винтом—стопором. В трехболтовом шлеме (прототип Денейруза), изображенном на фиг. 1, применено более надежное соединение—тремя

болтами. В шлеме справа сзади имеется для выпуска воздуха клапан с пружиной, головной золотник, на который водолаз действует головой. Натяжением пружины регулируется величина разности давления на головной золотник снаружи и изнутри, при к-рой он сам открывается. Сзади же имеется в шлеме рожек для прикрепления воздухопроводного шланга, снабженный автоматическим закрывающимся клапаном на случай разрыва шланга или порчи насоса. Шлем имеет два глухих иллюминатора по бокам, один передний, обычно вывинчивающийся, и иногда один верхний, застекленные неколющимся стеклом толщиной в 5—6 мм. Водолазная рубашка (дресс) для каждой системы шлема шьется из особой материи, состоящей из трех слоев: наружного из прочной хл.-бумажной ткани («тифтик»), среднего из каучуковой пластины 0,3—0,5 мм толщиной и внутреннего из более тонкой ткани. Все три слоя склеиваются резиновым клеем. Рубахи испытываются нагнетанием воздуха при давлении в 0,3 atm. Галоши кожаные со свинцовыми подошвами или целиком из чугуна, каждая весом ок. 9 кг, служат для облегчения сохранения водолазом вертикального положения. Свинцовые грузы на груди и спине весят до 18 кг каждый. Водолаз в полном снаряжении (с грузами) весит в воде ок. 7—8 кг. Сигнал—веревка в 5 см в окружности, опоясывая пеглей водолаза, служит для спуска его в воду и для передачи условных сигналов. Пояс—кожаный, с ножом, вывинчивающимся в металлические ножи.

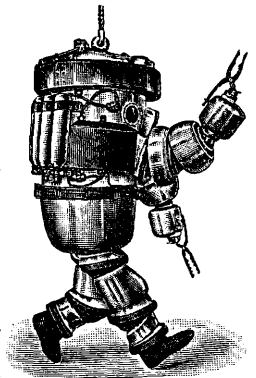
В последние годы появилось несколько систем водолазного снаряжения, в которых насос и шланги заменены баллонами со сжатым воздухом и кислородом, прикрепляемыми на водолазе в виде ранца (аппараты Дрегерра, Бутана, Зибге-Гормана). На фиг. 2



Фиг. 2.

указана схема циркуляции воздуха в аппаратах систем Дрегерра, где 1 и 2—циркуляционные шланги; 3, 4 и 5—баллоны со сжатым воздухом и кислородом; 6—очистительный патрон; 7—инжектор; 8—редукционный клапан; 9, 10 и 11—перекрывающие вентили; 12, 13—трубки, выравнивающие давление; 14—трубка, подающая свежий воздух; 15—распределительный клапан. Основным в них является питание водолаза воздухом или кислородом от баллонов через детандер (понижающий давление клапан) и очистка выдыхаемого водо-

лазом воздуха путем пропуска его через щелочи или щелочной раствор. Засывание воздуха из рубахи производится инжектором, работающим от тех же баллонов. Такого типа аппараты конструируются для работ до 40 м глубины и допускают работу без перезарядки до 4 ч. Ранец стесняет работу водолаза, особенно при течении, сложная аппаратура с мелкими воздухопроводными трубочками легко м. б. засорена и требует тщательного содержания и проверки; последнее отнимает много времени на притомление к работе. Специальное водолазное снаряжение для глубоководных спусков появилось 10—15 лет тому назад. В этих аппаратах водолаз находится под обыкновенным атмосферным давлением, а давление воды воспринимается жестким костюмом, представляющим как бы латы; таковы аппараты Ливитта, Макдуфи, Бушмана, Неуфельда и Кунке. Последний, наиболее совершенный, был испытан в 1924 г. на одном из озер баварского Тироля на глубине 200 м, и в нем в 1926—27 г., на глубине 100 м, производились работы по подъему груза с затонувшего парохода у берегов итал. Ривьеры. Модель водолазного аппарата системы Неуфельда и Кунке Р-VII показана на фиг. 3 и 4, где 1—ввод телефонного провода, 2—прикрепление подъемного троса, 3—выпускной клапан, 4—вентиляционный клапан, 5—верхний погружательный резервуар, 6—баллон с кислородом, 7—запирающий клапан, 8—распределительный клапан (кислорода), 9—фильтрующий патрон, 10—маска для дыхания, 11—манометр глубины, 12—звонок, 13—компас, 14—телефон, 15—лампа накаливания, 16—термометр, 17—барометр и 18—манометр. Практически значимые такие аппараты имеют лишь



Фиг. 3.

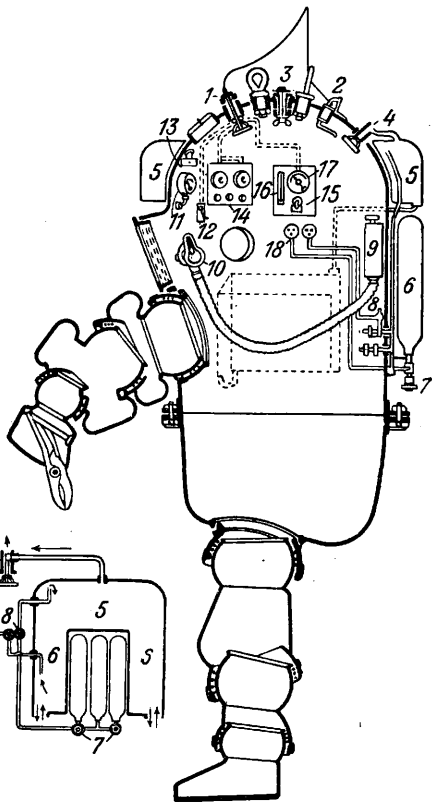
при подъеме затонувших грузов большой ценности, так как сам аппарат очень дорог, и работа в нем весьма мало продуктивна. Для глубоководных спусков и работы на больших глубинах в обычной мягкой водолазной одежде имеются двойного рода затруднения. С одной стороны, с увеличением глубины повышается давление, а следовательно, и воздух должен подаваться водолазу под большим давлением—соответственно глубине погружения. Физическое действие изменения давления переносится водолазом сравнительно легко и ограничивается преимущественно ощущением давления в ушах в первые моменты повышения давления. При быстром спуске давление может вызвать разрыв барабанной перепонки. Исследования различных авторов показали, что сжатый воздух является вредным, особенно начиная с давлений в 8—9 atm и выше (в зависимости от продолжительности пребывания); это вредное действие зависит

от повышения парциального давления кислорода. Поэтому работа на глубинах более 50 м не м. б. продолжительной. Другим препятствием для работы на больших глубинах является то, что переход от повышенного

кислорода и заменой азота другим газом, менее растворимым в крови, например гелием; такие опыты ведутся в Америке.

К опасным работам относятся такие, когда водолаз может легко запутаться в сигнале и шланге: внутри затонувшего корабля или на его палубе, на ряжах, подо льдом и на морозе, когда от замерзания шланговых соединений возможна закупорка воздухопроводных шлангов, при работе водолаза на весу в люльке (беседке) под днищем плавающего судна и т. п. Последние работы опасны тем, что водолаз может упасть, при чем на небольшой глубине, если соответственно не будет усилена подача воздуха, водолаз м. б. раздавлен наружным давлением воды; тут важно не абсолютное, а относительное повышение давления, почему падение на глубине 5—10 м опаснее, чем на 30-метровой. При избыточной подаче воздуха, вследствие усиленного раздувания костюма, водолаз может всплыть на поверхность; при малой глубине это сопряжено с риском, что он разобьется обо что-либо при всплывании, при большой—опасна, кроме того, быстрая декомпрессия. Трудность работы водолаза под водой, кроме плохой видимости, значительного сопротивления среды движению, неудобного, стесняющего движения костюма, состоит еще в том, что вес изменяется в зависимости от объема воздуха, содержащегося в костюме. Ц. т. перемещается не только от изменения положения корпуса, но и от перемещения воздуха в мягкой оболочке, рубахе. Смена из 3 водолазов, по правилам, работает 6 ч. и из них 4 ч. под водой. Для сношений с водолазом применяется сигнализация условными знаками—подергиванием и встряхиванием веревки. Сношения по телефону применяются при работах, требующих особой осторожности, и при обследованиях, когда нужны непрерывная связь и руководство действиями водолаза сверху.

Инструмент, применяемый для работы водолазом: топор, одноручная пила-ножовка и зубило с молотом для работы по металлу, рычажные ножницы для резки тросов, разные ключи для гаек, скребки для очистки подводной части судна. В последнее время находят все большее применение пневматич. молот, пневматич. сверлилка и автогенные резаки для резки металла под водой. Реверсивные сверлилки м. б. применены и для срезывания толстых свай сверлением дыр в них одной рядом с другой, а молотки—для рубки железа, заклепок и т. п. Автогенные кислородно-водородные резаки системы Флор отличаются от обыкновенных тем, что, кроме газов, нужных для резки, подается еще через кофштраич. сопло сжатый воздух или кислород, вытесняющие воду впереди резака. В освобожденном от воды пространстве и происходит горение и резка металла. Более или менее точные данные получены при резке упавших в воду пролетных строений мостов. На 1 п. м резки фасонного прокатного железа и клепаных балок можно считать: 2,8 м<sup>3</sup> водорода, 4 м<sup>3</sup> кислорода, 1 рабочий день водолаза, 1/3 рабочего дня инструктора для управления аппаратурой наверху и 1/3 чернорабочих для качения на водолазном насосе и для других работ.



Фиг. 4.

давления к нормальному, т. е. подъем водолаза наверх, требует продолжительного времени, во избежание заболеваний. Заболевания эти, называемые декомпрессионными, усиливаются с глубиной погружения и зависят от освобождения в крови и тканях свободного азота в виде пузырьков при поспешной и неправильной декомпрессии. В настоящее время применяется ступенчатый (этажный) способ подъема, разработанный Англ. адмиралтейской комиссией. Способ этот принят у нас в правилах по охране труда при водолазных работах, утвержденных НКТ в 1924 г. Он состоит в том, что подъем производится быстро, но с остановками на некоторых глубинах, на которых водолаз остается от 3 до 20 м. и более в зависимости от времени его пребывания на большой глубине. Места остановок назначены с таким расчетом, чтобы за один прием абсолютное давление не понизилось более чем вдвое: например, при подъеме с глубины 40 м (абсол. давление 50 м вод. ст.) первая остановка на глубине 15 м (абсолют. давление 25 м вод. ст.). Работа на больших глубинах (до 80—90 м) возможна, помимо применения жесткого скафандра, подачей водолазу в мягкой рубахе газа особого состава с пониженным %-ным содержанием

Во всех случаях, когда к тому представляется возможность, ручные работы водолаза под водой д. б. заменены подрывной работой. Наибольшее применение при подводных взрывных работах имеют динамит и аммонал. Форма зарядов и способы их взрывания, правила размещения зарядов и т. д. не отличаются от таковых при надводных взрывах, но размеры зарядов м. б. уменьшены примерно в 2 раза. При подводных взрывных работах заряды преимущественно располагаются непосредственно на поверхности взрываемых предметов в виду трудности подготовки для них скважин, камер и т. п. Следует обращать внимание на возможно плотное прилегание заряда к поверхности взрываемого предмета. При взрывах на небольшой глубине и необходимости бурить скважины выгоднее бурение производить с поверхности, лишь направляя бур водолазом. При бурении в камне мягкой породы водолазом производительность работы не более 100—200 мм/ч. При производстве взрывов, даже самой небольшой силы, водолазы д. б. удаляемы из воды. Взрывы значительные оглушают водолаза и на больших расстояниях: заряд в 100 кг опасен на расстоянии в несколько км. Подрывные работы под водой с успехом м. б. применены при срезывании отдельных свай и кустов их, разборке подводной кладки, расчистке фарватера общим углублением и взрывом отдельных камней, при работах по извлечению затонувших деревянных и железных судов, обрушенных пролетных строений мостов и т. д. Процент неудачных взрывов под водой несколько выше, чем на сухопутьи, и составляет 10—15%.

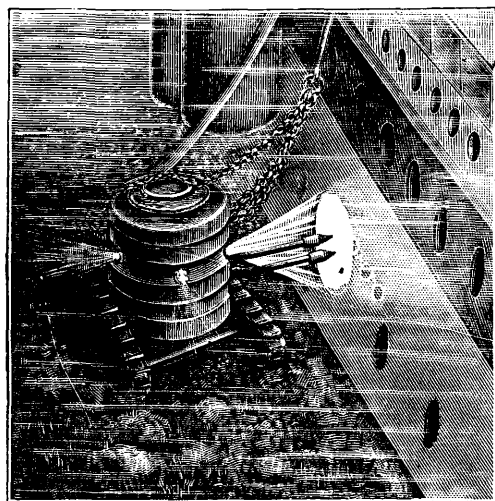
*Лит.:* Курдюмов В. И., Основания и фундаменты, СПб, 1888; Бреннеке Л., Устройство оснований и фундаментов, пер. с нем., СПб, 1901; Кононов А., Учебник по водолазному делу, СПб, 1902; Аннин В. П. и др., Руководство по водолазному делу, Москва, 1927; его же, Глубоководные спуски на внешнем Ревельском рейде, «Морской врач», II, 1917; его же, Патология и гигиена водолазного дела, Л., 1928; Саклович А., Водолазные работы по подъему подводной лодки «Камбала», «Морской сборник», СПб, 1910; Завацкий С. В., Подъем золота с «Лаврентика», «Водный транспорт», М., 1928, I; его же, Подводная автомобильная резка, «Водный транспорт», Москва, 1924; Davis R. H., A Diving Manual and a Handbook of Submarine Appliances, London, 1924; Report of Committee upon the Effects of Deep Water Diving, London, 1908.

**С. Завацкий.**

Одной из наиболее характерных подводных работ, сопряженных с водолазным обслуживанием, является удаление скал без помощи взрывов. С этой целью употребляются тяжеловесные ударные приборы, раскальватели. Прибор состоит из массивного стального овального цилиндра, снабженного на конце съемною частью, похожей по форме на голову артиллерийского снаряда, выделяемого из броневой закаленной стали. В некоторых случаях, при встрече с очень крепкой скалой, вместо остроконечной части употребляют ударную часть по форме зубчатых ударников; такие ударники с зубьями практикуются тогда, когда имеется большое течение, мешающее точно направлять последовательные удары в одну и ту же точку. В обоих случаях ударные приспособления устроены так, что головная часть может заменяться новой без затру-

нения. Состав стали в этих наконечниках варьирует в зависимости от твердости пород скал. Принцип, по которому работает раскальватель, состоит в том, что сильным паровым шпилем подминают цилиндрическую массивный раскальватель на определенную высоту и затем предоставляют ему свободно падать вниз, при чем такие удары производят столько раз, сколько требуется для получения нужного эффекта. Средний вывод из многих работ, при крепкой скале, будет около 0,06 м<sup>3</sup> в один удар; принимая в среднем 150 ударов в час, можно считать, что одна машина с раскальвателем в состоянии разбить 7,5 м<sup>3</sup> за час работы, включая сюда время, потребное водолазу на осмотр результатов производящихся разрушений. Вес раскальвателя варьирует в зависимости от твердости грунта. Пятнадцатитонный раскальватель, поднимающийся на высоту 3 м, вполне удовлетворителен при ломке гранита. В сравнительно более мягкой скале, при небольшой глубине, 6-тонный раскальватель дает хорошие результаты. Признаются более действительными тяжелые раскальватели, падающие на короткие расстояния; они лучше легких, падающих с большой высоты. Места для нанесения ударов определяются обыкновенно водолазом и, в зависимости от породы грунта, бывают расположены друг от друга на расстоянии от  $\frac{3}{4}$  до  $1\frac{1}{4}$  м для плитняка или песчаника, а для гранита около  $\frac{1}{2}$  м. Вся паровая установка раскальвателя обычно ставится на специально приспособляемый плот.

**Водолазные работы при помощи самодвижущегося подводного танка.** К новейшим достижениям в области водолазной техники д. б. отнесено изобретение американск. инж. Джемсом Рено подводного танка



Фиг. 5.

(фиг. 5). Публичные испытания, произведенные на Лонг-Айлендской отмели в Нью Йорке, а затем подъем с помощью танка канонерской лодки «Scally», дают основание видеть в этом снаряде способ разрешения проблемы глубоководных спусков и подводных работ на сильном течении. Устройство

самого танка представляет собою следующее: это—стальной корпус, нечто в роде рубки подводной лодки, рассчитанный на давление воды около 10—15 *atm*, таких размеров, что внутри могут поместиться электромоторы, телефоны, различные приборы управления, четыре прожектора и два человека команды. Рабочая палуба—2,1 м диам. и 2,7 м высотой; водоизмещение—около 10 *t*. Стальной корпус танка помещается на платформе, приводимой в движение гусеничным тракторным приводом. Энергия для моторов подается с судна-базы при помощи четырехжильного кабеля. Общий вес танка на воздухе—18 *t*, после погружения на дно он весит 8 *t*. Танк опускается с особого лихтера, на стреле, трос от к-рой прикреплен к крыше танка при помощи трех крепких цепей. Питание воздухом аналогично тому, как это делается на подводных лодках, т. е. внутри танка имеются резервуары со сжатым воздухом и с кислородом, к-рые добавляют часть воздуха, израсходованного при дыхании. Впрочем, расход этот по существу незначительный, так как имеются очистители воздуха от углекислого газа ( $CO_2$ ), который содержится в продуктах выдыхания. Работа электромоторов сводится к приведению в движение гусеничного тракторного привода, к действию сверл и к работе лебедки. На хорошем грунте работа трактора протекает хорошо и не представляет ни малейших затруднений к маневрированию в желаемом направлении, при чем трактор разворачивается на протяжении не многим более своей длины.

Подводная работа состоит в следующем. После погружения танка на дно, люди, в нем находящиеся, направляют его параллельно борту затонувшего судна, приблизительно на расстоянии 1,2 м. Если пасмурно или на грунте темно вследствие большой глубины погружения, то пускают в действие прожекторы. Включаются сверла, и их стержни выдвигаются вперед до соприкосновения с бортом поднимаемого судна. Сальники предохраняют от попадания воды через отверстия штоков сверл. Обычно дыры высверливаются 127 мм диам., при чем на каждое высверливание тратится не более 9 м., включая сюда передвижение самого танка. Точность работы такова, что ошибка в промежутках высверливаемых отверстий не превосходит 25 мм. Дыры в борту судна засверливаются группами по четыре так, чтобы в каждой шпации (пространство внутреннего борта судна, ограниченное двумя шпангоутами) находилось по две дыры и вся подъемная тяга понтона принималась участком, ограниченным тремя шпангоутами. Когда танк обойдет кругом всего судна и выполнит свою работу по сверлению, он переходит к новой задаче—соединить затонувшее судно с вертикальными понтонами, служащими для подъема. От каждого понтона идет вниз стальной тросовый канат, конец к-рого заканчивается 4 крюками. При помощи особого подхвата танк забирает все 4 крюка сразу и вставляет их в 4 высверленные отверстия. Благодаря некоторой положительной пловучести, имеющейся у понтона, получается достаточное натяжение ка-

ната и сцепление с затонувшим судном. При операции вставления крюков в высверленные дыры кроме подхвата участвует еще лебедка, стоящая на платформе в задней части танка. На барабане лебедки навит трос, конец которого прикреплен к поплавок. Когда танк занимается сверлением, поплавок туго подтянут к барабану лебедки, но когда приступают к присоединению понтонов, то дают вращение лебедке, развивают трос, и буюк всплывает на поверхность. Пока наверху присоединяют понтон к тросу от лебедки, танк маневрирует таким образом, чтобы стать к борту судна тыльной стороной, на одной линии с группой дыр, и подтянуть своей лебедкой трос: крюки окажутся вдетыми в особые Т-образные подхваты, управляемые изнутри танка. Танк передвигается до тех пор, пока крюки не окажутся у самых дыр, и тогда подхваты вталкивают их туда. Для боковых незначительных перемещений подхваты имеют регулирующие приспособления. Вся операция не составляет трудностей, несмотря на то, что весь комплект крюков и тяг весит больше тонны. Когда т. о. один понтон присоединен, танк переходит на другое место для работы со следующим и т. д., пока не будут установлены все понтоны. Тракторный механизм снабжен такой передачей, что движение танка происходит с весьма небольшой скоростью, всего около 9 м/мин, но это способствует точности манипуляций со сверлами.

Вертикальные понтоны, употребляемые при работе с подводными танками, изготовляются из стали, подобно цилиндрич. котлам, размерами в диам. 4 м и высотой в 9 м. Водоизмещение такого понтона ок. 100 *t*. Такие понтоны имеют в верхней части пару убухов, за к-рые их берет кран и опускает в воду в вертикальном положении. При этом воздушный клапан в верхней части понтона открывается для выпуска воздуха до известного предела. Чтобы обеспечить понтон от невольного затопления, в верхней части понтона всегда оставляют определенное количество воздуха. От грузовой ватерлинии по длине понтона проходит Т-образная наделка до той точки днища, к-рая пересекается с его центральной осью. На эту наделку надевается собачка, гибко соединенная с тросом от буйка. Находящимся в танке телефонируют, что они могут начать выбирать трос с буйком. Собачка проскальзывает по Т-образной наделке до дна понтона и останавливается на центральной вертикальной линии. Понтон, заполненный водою почти до предела пловучести, подтягивается лебедкою танка до необходимой глубины, где особый подхват забирает все 4 понтонные крюка от подъемного каната и вставляет их в высверленные отверстия в борту затопленного судна. Танк весит в воде ок. 8 *t*, и вес его превосходит пловучесть заполненных понтонов только на 2 *t*, но этого совершенно достаточно, чтобы лебедка могла подтянуть к себе понтон. Стальной канат, к к-рому прикреплены крюки, соединен с понтоном следующим образом: внутри корпуса понтона, ниже его центра тяжести, приклепан и приварен специальный бандаж по всей его периферии. К этому бандажу и

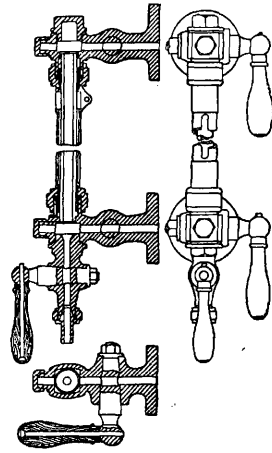


присоединен стальной подъемный канат с крюками. Дальнейшее действие понтонов состоит в том, что от нагнетания в них воздуха компрессорами по воздухопроводным трубкам, прикрепляемым к головной части понтона, они получают пловучесть, всплывают и вместе с собою увлекают затопленное судно. Время, потребное для всей описанной операции, коротко, особенно, если сравнить его с тем, что потребно для обычных водолазных работ: сверление дыр быстрое, помещение крючьев на место—очень простая операция, а наполнение понтонов воздухом зависит лишь от мощности компрессорной установки. При крупной морской волне спуск и подъем танка с помощью стрелы представляет значительные трудности, что составляет отрицательную сторону пользования этим снарядом.

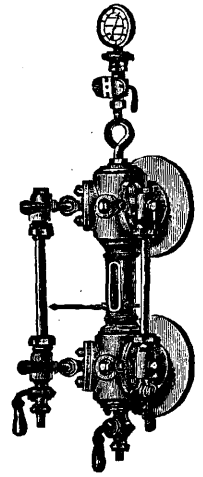
**Н. Кротков.**  
**Техника безопасности.** В виду крайней опасности В. д. правила НКТ СССР ставят ряд определенных требований для производства водолазных работ. К этим работам допускаются только вполне здоровые люди в возрасте от 20 до 40 лет, после медицинского освидетельствования. Не реже двух раз в год и после каждого заболевания водолазы должны подвергаться медицинскому освидетельствованию, результаты которого записываются в имеющуюся у каждого из них санитарную книжку. Устройство и оборудование водолазной станции должно удовлетворять определенным требованиям. При спуске водолаза на баркасе выкидывают днем два красных флага, а ночью—красный фонарь для предупреждения проходящих судов о необходимости соблюдения осторожности. При спуске водолаза под лед д. б. сделана прорубь, укреплен спусковой трап, настланы кругом проруби доски и устроена защита от ветра. Правилами установлены определенные приемы сигнализации веревкой. Нормальное рабочее время водолаза—6 часов, из которых для работы под водой—не более 4 ч.

**П. Сивнев.**  
**ВОДОМЕРНОЕ СТЕКЛО,** прибор для определения высоты уровня воды в котле, состоящий из стеклянной трубки, которая закрепляется между двумя кранами, ввинченными в днище горизонтального или в стенку вертикального котла (фиг. 1). Верхний кран сообщается с паровым пространством котла, нижний—с водяным; уровень воды в В. с., по закону сообщающихся сосудов, будет находиться на той же высоте, как и в котле. Стеклянная трубка закрепляется между двумя кранами для того, чтобы в случае ее поломки краны можно было закрыть и переменить стеклянную трубку. В нижней части В. с. ставится еще третий кран—спусковой. Манипулируя кранами, проверяют правильность действия В. с. Проверка В. с. должна быть производима возможно часто и обязательно при каждой смене кочегаров, т. к. возможное засорение В. с. ведет к неверным показаниям уровня воды в котле и несвоевременному его питанию, что может повлечь накаливание котла и его взрыв. Для предупреждения возникновения опасных напряжений в стеклянной трубке при ее деформации от нагрева на оба ее конца надевают резиновые кольца,

которые и зажимаются в сальниках кранов. Нужно следить за тем, чтобы при закатки сальника резина не выдавливалась внутрь канала и не закупоривала его; для предупреждения этого в нижней части сальника

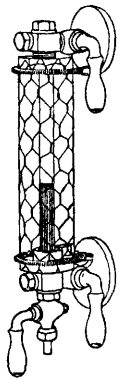


Фиг. 1.



Фиг. 2.

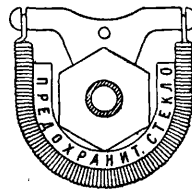
ставят гильзу, к-рая входит внутрь стеклянной трубки. Конструкция кранов должна предусматривать возможность легкой прочистки их. Краны В. с. прикрепляются или непосредственно к котлу или к специальной колонке, на которую также ставят манометр и пробные краны (фиг. 2). Поставленные на колонке стекла не так легко лопаются; кроме того и уровень воды в колонке стоит спокойнее, чем в котле. В случае поломки В. с. для предупреждения ранений персонала, обслуживающего котельную, применяют предохранительные приспособления в виде внешних металлических или стеклянных чехлов, назначение которых состоит в том, чтобы при поломке стеклянной трубки отклонить к фасаду котла осколки стекла и струю вытекающей смеси пара и воды.



Фиг. 3.

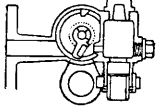
Лучшими приспособлениями для этого являются предохранительные стекла, в толще к-рых помещается металлическая сетка; стекла эти, полукруглого сечения, прикрепляются спиральными пружинами к оправе

В. с. (фиг. 3 и 4). Кроме того применяются самозапирающиеся краны. Примером может служить самозапирающийся кран, изображенный на фиг. 5 и 6. При нормальной работе, под действием тяжести рукоятки, клапан крана находится в положении, указанном на фиг. 5, при чем рукоятка расположена вертикально. В момент поломки стекла давлением пара клапан прижимается к отверстию канала крана В. с., как это показано на фиг. 6.



Фиг. 4.

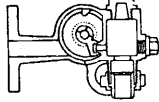
Стенки В. с. испытывают напряжения не только от давления, равного давлению в котле, но также и от деформации из за неравномерного нагрева стекла, при к-ром внутренние слои стекла расширяются больше, чем наружные. Это привело Шотта (в Иене) к мысли изготавливать эти



Фиг. 5.

трубки из двух накладных слоев стекла, из к-рых внутренний имеет меньший коэффициент термического расширения, а внешний—большой. Шотт применял для водомерных трубок составы стекла марки 59''' и 16''' ; линейный коэффициент термического расширения стекла 59''' равен  $56,7 \times 10^{-7}$ , а стекла 16'''— $76,9 \times 10^{-7}$ .

Внутренний слой водомерной трубки изготовлен из стекла марки 59''' , а внешний слой из стекла марки 16''' . В 1891 г. появилось стекло Фербанд-Робакс; впоследствии Шотт выпустил стекла под названием Дуракс и Дуробакс. Анализ стекла Дуракс следующий: 75,6%  $\text{SiO}_2$ , 3,3%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 0,4%  $\text{K}_2\text{O}$ , 0,1%  $\text{CaO}$ , 5,6%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 14,3%  $\text{V}_2\text{O}_5$ , 0,4%  $\text{ZnO}$ . Водомерные трубки Фербанд-Робакс лопаются при обрызгивании их холодной водой лишь при давлении в котле 15 atm, водомерные трубки Дуракс — при 27 atm, Дуробакс—при 31 atm.



Фиг. 6.

Помимо указанных конструкций, следует отметить В. с. Клингера, которое представляет собою чугунную или латунную коробку со вставленной спереди плоской стеклянной плиткой. К задней стенке коробки прикреплена полированная пластинка, а стеклянная плитка снабжена продольными выступами треугольного сечения, отражающими лучи света. Благодаря этому та часть прибора, которая занята водой, кажется темной, а паровое пространство—блестящим. Прибор Клингера можно включить в имеющиеся опоры кранов для В. с., но при этом высота водяного столба получается малой и наблюдения за правильным уровнем воды затрудняются. В виду этого Клингер предложил специальную опору без сальников. Недостатком водомерного стекла Клингера является постепенное его загрязнение и потускнение вследствие отложения грязи; поэтому прибор снабжается специальной щеткой для прочистки его внутренней поверхности.

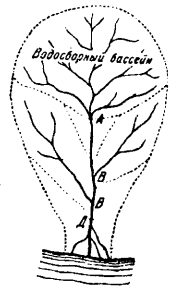
В. с. должны удовлетворять следующим утвержденным Научно-техническим комитетом НКПС техническим условиям приемки их: 1) стекла д. б. из плотной, однородной, прозрачной массы и не должны иметь видимых недостатков—пузырей и т. п.; 2) д. б. правильной цилиндрич. формы; правильность наружной поверхности проверяется циркулем или шаблоном и линейкой, причем к приемке допускаются стекла со стрелкой прогиба не большей 0,004 от длины стекла; 3) размеры В. с. должны соответствовать размерам заказа с допусками по длине  $\pm 0,5$  мм, по наружному диаметру  $\pm 1$  мм и по толщине стенок  $\pm 0,5$  мм; 4) В. с., работающие под давлением, должны выдерживать давление пара в 10—15 atm.

Для осмотра и обмера В. с. делятся на партии по 100 шт., и от каждой партии берется 2% стекол. В. с., работающие под давлением и удовлетворяющие условиям 1—4, в том же количестве подвергаются испытанию на прочность при деформации от разности  $t^\circ$ . Испытание производится в продолжение 1 часа, под давлением пара в 10—15 atm, при чем стекла при обрызгивании их через каждые четверть часа водой  $t^\circ$  ок.  $10^\circ$  не должны трескаться.

Лит.: Г а в р и л е н к о А., Паровые котлы, Москва, 1907; Д е п п Г. Ф., Паровые котлы, сборник «Охрана жизни и здоровья в пром.», ч. I, вып. 2, П., 1914; Ш р е т е р В. Н., Паровые котлы и пароприемники, сборник монографий «Безопасность труда», вып. 6, М., 1926; Л о м ш а к о в А. С., Испытание паровых котлов и машин, Л., 1927; Н о e d e r Н., Die Dampfkessel, Wiesbaden, 1923. И. Нитяйгородский.

**ВОДОМЕРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ**, периодические измерения высоты стояния воды естественных или искусственных водных источников и регистрация состояния их водной поверхности (ледостав, ледоход, волнение и т. п.). Колебания горизонтов воды обуславливаются метеорологическ. данными водного бассейна:  $t^\circ$  воздуха и количеством атмосферных осадков. Характер колебаний зависит от рельефа бассейна и условий питания водного источника. В горных реках, берущих свое начало в ледниках, колебания горизонтов воды значительно, чем в равнинных реках, питающихся грунтовыми водами. Цикл колебаний начинается зимой, когда накапливается снежный запас, питающий собою реки; весной, во время таяния снегов, этот запас в значительной своей части расходуется и вызывает повышение горизонтов, *паводки* (см.); летом, в период жары, наступает время низких межених вод, когда реки питаются главным образом за счет грунтовых вод; наконец, осенние дожди вновь вызывают некоторый подъем воды. В горных реках наиболее низкие воды бывают зимой, в период наибольших холодов, а высокие—летом, когда происходит таяние ледников и снега на вершинах гор. В горных реках замечаются кроме того и периодич. колебания горизонтов воды в течение суток: после полудня, когда под влиянием солнечных лучей происходит таяние снега и льда, замечается некоторый подъем воды. Графики колебаний горизонтов воды в одном и том же месте какой-нибудь реки за отдельные годы показывают, что, помимо годовой цикличности, существует еще и многолетняя. Наличие многолетних колебаний уровня воды приводит к необходимости длительных В. н. для получения обоснов. выводов о режиме реки.

Место на водном источнике, где производятся В. н., оборудованное для их производства, называется **в о д о м е р н ы м п о с т о м**. При гидротехнических работах водомерный пост устанавливают у места расположения отдельных крупных сооружений; при выяснении норм водопользования—выше или ниже отводящих каналов; при изучении общих условий стока и водных

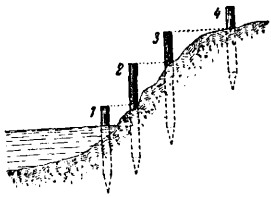


Фиг. 1.

запасов реки — в характерных точках последней (фиг. 1): у образования главного русла *A*, при выходе реки на равнину у впадения крупных притоков *B*, в местах перелома продольного профиля *D* и т. п. Водомерный пост должен быть установлен на участке с возможно более правильным, установившимся режимом водного источника. Для рек условиями такого режима считаются параллельность берегов и струй, неизменчивость русла, отсутствие порогов и отмелей.

Наиболее употребительным типом водомерного поста является рейка с нанесенными на ней делениями (обычно в см или сотках), прикрепленная вертикально или наклонно к устью моста, набережной или к вбитой в дно водного источника свае. Такой пост называется *речным*.

Свайный водомерный пост (фиг. 2) состоит из ряда свай, забитых на берегу в направлении нормальном к течению реки и выступающих до 1 м над поверхностью земли. В. н. состоит в измерении особой переносимой рейкой расстояний от горизонта воды до головки ближайшей сваи и записывании номера сваи. Свайные посты устанавливают обычно

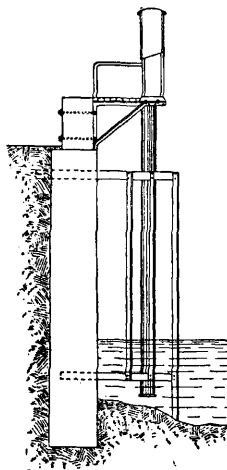


Фиг. 2.

на реках с большими колебаниями горизонтов, неустановившимися, подмываемыми берегами и с бурными паводками, проносящими карчи. Речной пост при этих условиях м. б. легко снесен или стать недоступным для наблюдения, тогда как снос отдельных свай не лишает возможности продолжать наблюдения.

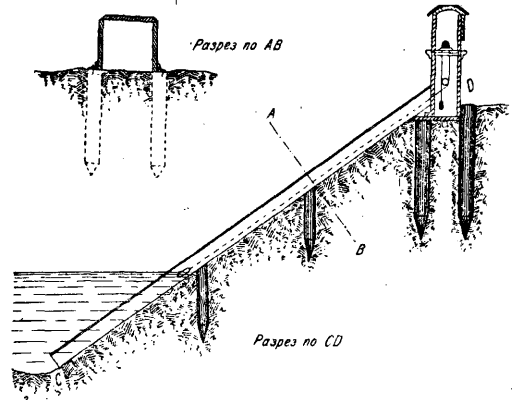
При обрывистых, недоступных берегах или при наличии мостов В. н. производят часто при помощи особой цепи с грузом, опускаемой от определенной точки берега или моста до уровня воды. Такой тип поста называется *мостовым* или *цепным*. Если груз заменить полым цилиндром, загруженным дробью так, что его уд. в. немного больше единицы, и подвесить цилиндр к пружинным весам, укрепленным неподвижно, то каждому уровню воды будет соответствовать определенное деление шкалы весов. Такая в. с. о. в. а. я. рейка, системы Глушкова, установлена на Аральском море.

В тех случаях, когда требуется особая точность В. н., устанавливают самопишущ. приборы — *лимниграфы* (см. *Гидрометрические приборы*). Обычный тип лимниграфа состоит из поплавка, подвешенного на гибкой проволоке к шкиву,



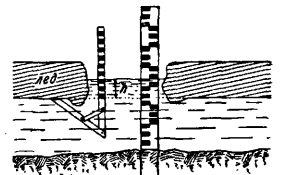
Фиг. 3.

присоединенному посредством передаточного механизма к перу. Последнее чертит в уменьшенном масштабе на графленной бумаге, прикрепленной к вращающемуся с определенной скоростью барабану, диаграмму колебаний горизонтов воды. Поплавок лимниграфа помещается в особой трубе, прикрепляемой на консолях к набережной, к устью моста или к забитой в реке свае (фиг. 3). В зависимости от характера русла и берегов лимниграфы устанавливают еще в особой нише или на берегу, соединяя лимниграф с рекой коленчатой трубой, наклонной подводящей трубой (фиг. 4) или сифоном.



Фиг. 4.

В горных реках, где суточные колебания горизонтов воды достигают значительной величины, но бывают непродолжительны, устанавливают особые приборы для автоматических записей наивысших горизонтов. Это — или поплавки, прикрепленные к рейке и не могущие опуститься от достигнутого ими уровня благодаря действию особых задерживающих механизмов, или же помещаемые в особой трубе рядом с водомерной рейкой бумажные ленты с нанесенной на них гектографич. чернилами или химич. карандашом вертикальной чертой, которая размывается водой и тем показывает наивысший уровень, до которого последняя поднималась. Зимой, при ледоставе, для производства В. н. прорубают во льду особые лунки. При значительной толщине льда в непосредственные отсчеты по рейке необходимо ввести поправку на высоту слоя воды в проруби от нижн. поверхности льда, которая измеряется особой речной (фиг. 5).



Фиг. 5.

Для всех типов водомерных постов необходимо точное установление нуля поста, т. е. той точки, от которой ведут В. н. Для речных постов обычно нуль поста совпадает с нулем рейки, для свайных — с головкой нижней сваи. Обычно при установлении водомерных постов стремятся к тому, чтобы нуль поста был по возможности близок к наиболее низкому горизонту воды.

Частота В. н. колеблется — от непрерывности (при лимниграфе) до одного раза в неделю и реже. Чаще всего В. н. производят ежедневно, один или три раза в сутки. Общепризнанных норм для назначения частоты В. н. не имеется, и она определяется в отдельных случаях в зависимости от цели В. н. и от требуемой точности их. В. н. заносятся наблюдателем в полевой журнал и пересылаются, обычно раз в месяц, в центральное учреждение, ведающее В. н. Последнее печатает результаты В. н. в особых периодических бюллетенях и ежегодниках. Кроме ежедневных отклонений горизонта воды от нуля поста, приводятся еще наиболее характерные месячные горизонты, как то: наивысший и наинизший, средний, наиболее частый и др. (см. *Горизонты воды*). Те же данные приводятся и для целого календарного года (иногда для года гидрологического, т. е. за время с начала зимы — начала накопления снежных запасов, являющихся главным источником питания рек). В. н. позволяют судить о многоводности отдельных водных источников, проходе высоких вод и т. п. Многолетние В. н. дают представление об общем режиме водных источников — на основании их строится *водное хозяйство* (см.) данной территории.

Лит.: Колупайло Ф. И., Матер. для курса гидрометрии, вып. 2 (литогр.); его же, Указат. лит. по гидрометрии, М., 1921; Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, T. III.—Der Wasserbau, B. 1—Die Gewässerkunde, Lpz., 1911. А. Эссен.

**ВОДОМЕРЫ**, приборы для измерения расхода воды. Для правильного ведения как в техническ., так и в экономическ. отношениях водопроводного хозяйства необходимо учитывать воду, подаваемую водоподъемными станциями, и воду, отпускаемую потребителям. Разница между количеством подаваемой воды и количеством отпускаемой потребителю составляет неучитываемый расход воды, т. н. утечку, которая определяет, с одной стороны, технич. состояние водопроводных сооружений, с другой — экономическ. выгодность эксплуатации. В. служат для контроля технич. состояния водопроводного хозяйства и измеряют потребленную и подлежащую оплате воду; они должны иметь достаточно надежную конструкцию, работать с определенной точностью и не понижать значительно нормальн. напора воды в сети. Для измерения больших количеств воды, подаваемых насосными станциями в сеть труб, а также для измерения больших расходов воды в самой сети применяют В. двух систем — Вентури и Вольтмана.

В. системы Вентури (фиг. 1) применяются для измерения расхода воды в трубах диаметром от 150 до 1 200 мм и выше. Действие В. основано на том гидравлическом принципе, что при вводе в суженную часть трубы скорость воды в последней увеличивается, а пьезометрическое давление уменьшается по формуле Бернулли:

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{p_0}{\gamma},$$

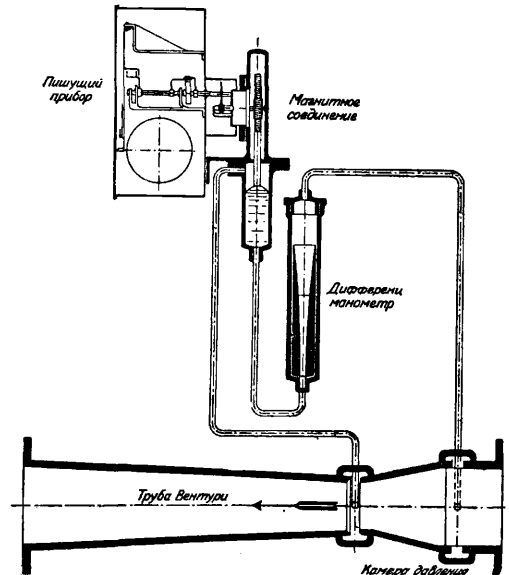
где  $v$  — нормальная скорость в трубе и

$p$  — давление в ней, а  $v_0$  — скорость в суженной части трубы и  $p_0$  — давление в этом месте,  $\gamma$  — удельный вес воды. На основании этой ф-лы расход воды  $Q = F \cdot v = F_0 \cdot v_0$ , где  $F$  и  $F_0$  — площади сечения трубы нормальной и суженной, определится по формуле

$$Q = k \sqrt{p - p_0},$$

при чем  $k$  (коэффициент водомера) равен

$F \cdot F_0 \sqrt{\frac{2g}{\gamma(F^2 - F_0^2)}}$ . Следовательно расход воды в такой трубе будет пропорционален корню квадратному из разности давлений в нормальной и суженной части трубы. Обычно сужение сечения в трубе Вентури делается равным  $\frac{1}{6}$  площади сечения нормальной трубы. В. этой системы учитывают проходящую через них воду с точностью до 3—5%, если соотношения между максимальным и минимальным количествами воды не выходят за пределы 15 : 1. При малых количествах воды точность показаний знач-

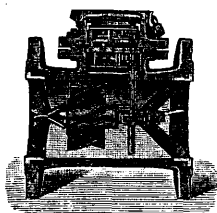


Фиг. 2.

чительно понижается. Конструкция В. представляет конически суживающуюся и затем конически расширяющуюся трубу, вставляемую на фланцах в водопроводную трубу, расход воды по которой необходимо учесть (фиг. 2). От суженной и нормальной частей трубы Вентури отводятся пьезометрические трубки к регистрирующему аппарату, показывающему на основании разности давлений в трубках расход воды в трубе Вентури. Регистрирующий аппарат с гидравлич. или электр. передачей и часовым механизмом показывает обычно как секундный расход воды, так и общий и вычерчивает диаграмму расхода. Производительность водомера системы Вентури характеризуется следующими данными:

Диаметр труб в мм	Макс. час. расх. в м <sup>3</sup>	Диаметр труб в мм	Макс. час. расх. в м <sup>3</sup>
150 . . . . .	80—200	500 . . . . .	700—1 800
200 . . . . .	150—350	700 . . . . .	1 500—4 000
300 . . . . .	300—700	900 . . . . .	2 500—6 000
400 . . . . .	500—1 200	1 000 . . . . .	3 000—7 000

Водомер системы В о л ь т м а н а (фиг. 3), употребляемый также для измерения больших расходов воды, построен по принципу скоростных В. и состоит из короткого цилиндрического корпуса, в к-ром на горизонтальной оси вращается спиральное колесо. Число оборотов этого колеса прямо пропорционально количеству протекающей по



Фиг. 3. Водомер системы Вольмана.

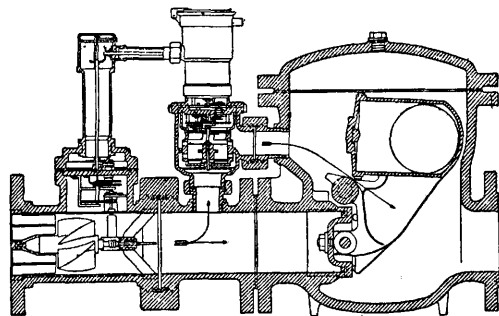
трубе воды, по ф-ле  $Q = F \cdot a \cdot n$ , где  $F$  — площадь сечения трубы,  $a$  — шаг спирального колеса,  $n$  — число об/ск.,  $Q$  — расход воды в ск. Вращение спирального колеса передается посредством винтового зацепления системе колес часового механизма и стрелкам циферблата, на котором и показывается количество пропущенной воды. Вода, проходящая через В., почти не теряет своего первоначального напора, и поэтому В. этой системы могут применяться и при очень малых давлениях воды. Обычно В. ставят меньшего диаметра, чем труба, и соединяют с последней конич. патрубками. При нормальном расходе воды точность показаний В. довольно высока и ошибки не превышают  $\pm 2\%$ . Водомеры системы Вольмана строятся диаметром от 50 до 750 мм. Размеры и пропускная способность этих водомеров показаны в табл. 1:

Табл. 1. — Размеры и пропускная способность В. системы Вольмана.

Диам. труб в мм	Диам. водомера в мм	Допускаемый расход воды в м <sup>3</sup> в 1 ч.		Миним. расход в м <sup>3</sup> в 1 ч. при пределе точности $\pm 2\%$
		при нормальном продолжительном расходе	при максимальном кратковременном расходе	
50—100	50	13	32	1,2
80—175	80	40	95	2,5
100—225	100	67	158	4,5
150—300	150	160	380	6,5
200—400	200	265	640	10,5
250—500	250	410	1 000	20,0
300—600	300	600	1 400	30,0
400—800	400	1 125	2 700	45,0
500—1 000	500	1 650	4 000	60,0
750—1 200	750	3 650	8 900	125,0

Комбинированные В. При значительном колебании в расходе воды и падении его ниже минимума применяются комбинированные В., представляющие соединение вольмановского В. с малым крыльчатым В.; оба В. связаны особым переключающим приспособлением. Большой и малый водомеры в разных системах работают или параллельно или последовательно. Конструкция комбинированного В. с параллельным соединением состоит из малого В., соединенного с трубой вольмановского В. через переключающий клапан. Действие переключающего клапана заключается в следующем: при малых расходах воды качающийся клапан своим весом закрывает отверстие, сообщающее трубу с В. Вольмана, и вода идет через малый В.; при увеличившемся расходе воды клапан откидывается ее струей и открывает проход В. Вольмана.

Для учета общего колич. прошедшей воды необходимо суммировать показания обоих счетчиков. В другой конструкции (фиг. 4) соединены главный и вспомогательный В. последовательно, и переключающий клапан помещается за основным В. Оба В., кроме своих контрольных счетчиков, имеют общий счетчик, соединенный с В. по принципу

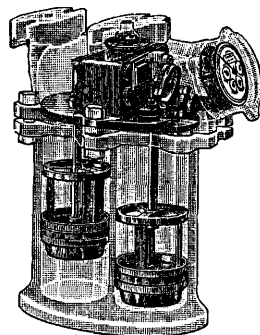


Фиг. 4. Комбинированный водомер с последовательным соединением.

свободного колеса, так что на нем отсчитываются показания только работающего в данное время В. При малых расходах воды последняя, не приводя в движение счетчика главного В. при закрытом шаровом клапане, изменяет свое направление и проходит через вспомогательный В., отсчитывающий показания на главном счетчике. При больших расходах воды, при открытом клапане, вся вода проходит через главный В.

В. для учета обычных количеств потребляемой воды в пределах от 40 до 20 000 л в 1 час изготовляют самых разнородных конструкций. Основными группами этих В. являются В. объемные и В. скоростные. Объемные В. конструируются как поршневые, так и дисковые. Скоростные В. основаны на том же принципе, что и В. системы Вольмана, т. е. на принципе вращения протекающей водой крыльчатых колес, турбин и винтовых лопастей.

Поршневой В. системы Ф р а ж е (фиг. 5) состоит из двух вертикальных цилиндров, в к-рых ходят поршни, и распределительной коробки; сверху все закрывается крышкой, со входным и выходным отверстиями для воды и счетным механизмом. Так. обр. оба поршня, работая последовательно, проталкивают всю учитываемую воду. Один из золотник. штоков соединен собачкой и храповым колесом с механизмом счетчика, отмечая таким образом на циферблате последнего объем четырех ходов поршня. Водомеры этой системы учитывают малейшие расходы воды и являются очень точными и долговечными механизмами. Недостатками их являются: большой вес и громоздкость, сложность



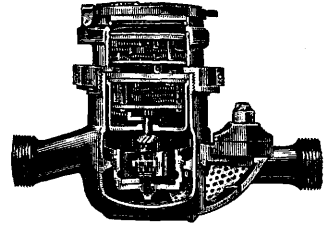
Фиг. 5. Водомер системы Фраже.

механизма, требующего дорогого ремонта, большая цена, возможные случаи самопроизвольного запираания воды при остановке поршней в мертвом положении и большие потери напора в них. Пропускная нормальная способность водомера системы Фраже при давлении в 3 atm характеризуется следующими данными:

Калибр водомера в мм	Суточный расход в м <sup>3</sup>
10	0,5—0,8
15	0,8—1,5
20	1,5—4,0
30	4,0—12,0
40	12,0—30,0
60	30,0—80,0

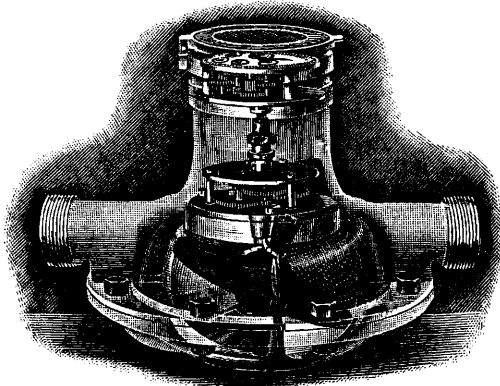
Дисковые В. (фиг. 6), относящиеся к типу объемных, состоят из сферической камеры, разделенной пополам подвижным плоским диском, качающимся на шаровой опоре и скользящим своими краями по поверхностям двух усеченных конусов. Вода, проходя через В., поворачивает диск, заполняя

две частицы, попадающиеся в воде; эта сетка может выниматься для чистки. В корпусе В. в особой медной коробке помещается крыльчатое колесо, сделанное обычно из целлюлоида, с несколькими лопастями. Это колесо вращается на вертикальной оси, опирающейся для уменьшения трения на подпятник из агата или эбонита. Ось соединена шестеренной передачей со счетным механизмом,



Фиг. 7. Скоростной водомер.

к-рый сконструирован по типу обычных часового механизма и состоит из системы шестерен, со стрелками на конечных шестернях, показывающими на эмалевом циферблате единицы, десятки, сотни, тысячи, десятки тысяч, сотни тысяч м<sup>3</sup>. Во избежание ржавления шестерни и оси делаются из никеля и вращаются в агатовых подпятниках и эбонитовых втулках. Скоростные В., изготовляемые в Германии, стандартизированы в деталях, и каждый размер В. имеет определенную длину патрубков, чем упрощается перестановка В. на водопроводной сети. Скоростные В. обладают большой точностью показаний; ошибки нормально не более  $\pm 2\%$ . Потеря напора в них минимальная; она почти в 2 раза меньше, чем в объемных В. Пропускная способность водомера характеризуется количеством пропускаемой В. воды в м<sup>3</sup> в 1 час при потере напора в 10 м; по этому характерному расходу В. и классифицируются. В табл. 2 приведены данные для скоростных В.



Фиг. 6. Дисковый водомер.

освобожденный им объем в камере; каждый поворот диска передается посредством стержня, укрепленного в шаровой опоре, счетному механизму, отсчитывающему посредством системы шестерен на циферблате количество пропущенной воды. Этот тип объемных В. отличается простотой конструкции, но подвергается быстрому износу, так как плотно пригнанный к гнезду шарик диска и плоскости его при попадании песчинок стираются и начинают пропускать воду в образовавшиеся зазоры. Производительность дисковых водомеров характеризуется следующими данными:

Калибр водомера в мм	Суточная произв. в м <sup>3</sup>
10	1,0
20	5,0
30	10,0
40	20,0

Степень точности показаний прибора  $\pm 2\%$ .

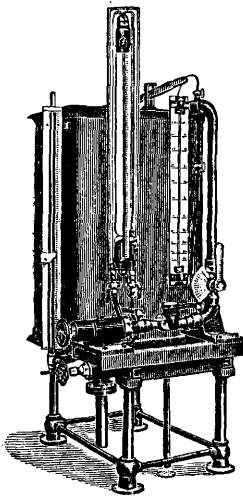
Самыми распространенными В. как за границей, так и в СССР являются скоростные В. Скоростные В. изготавливаются разнообразных систем, но конструкция всех их в общем однородна. В. (фиг. 7) состоит из бронзового корпуса, имеющего входной и выходной патрубки с резьбой, посредством которых он включается в водопроводную сеть. Входной патрубок снабжен сеткой, имеющей назначение задерживать твер-

Табл. 2. — Пропускная способность скоростных водомеров.

Характерный расход в м <sup>3</sup> в 1 ч.	Впускное отверстие водомера в мм	Допускаемая нагрузка в м <sup>3</sup>		Точность показаний $\pm 2\%$ при расходе в л в 1 ч.
		в день	в час	
2	10	4,0	1,0	50,0
3	15	6,0	1,5	70,0
5	20	10,0	2,5	80,0
7	25	14,0	3,5	90,0
10	30	20,0	5,0	140,0
20	40	40,0	10,0	170,0

Для проверки расхода воды в домах в течение суток с целью установления правильного калибра водомера или проверки правильности показаний существующего, а также для проверки исправности водопроводной сети и определения утечки воды в ней употребляются контрольные саморегистрирующие В. Эти В. такой же конструкции, как и В. системы Вольмана, комбинированные и другие, но снабжены кроме обычного счетчика саморегистрирующим аппаратом в виде барабана, приводимого в движение часовым механизмом и стержнем с пишущим пером, которое передвигается параллельно оси барабана пропорционально проходу воды через В. Расход воды в течение суток вычерчивается автоматически на бумаге барабана. Водомеры для учета

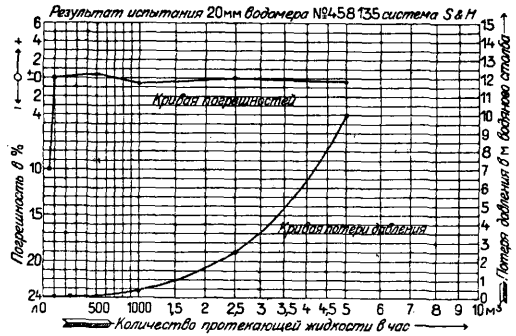
потребляемой в доме воды ставят на подводящей водопроводной трубе в отапливаемом помещении за первой же со стороны входа стеной здания или в специальном колодеце. В. считается работающим правильно, если ошибка в показаниях не превышает  $\pm 3\%$  действительно израсходованной воды. Периодически через 2—3 года В. поверяют контрольным В. или на месте или в мастерской, для чего В. снимают, с заменой его другим. Показания счетчика В. служат основанием для оплаты потребленной воды. Снимаемые в случае порчи или для периодической поверки В. поступают в ремонтную мастерскую, где разбираются и очищаются от грязи как механич. способом, так и разными химич. составами (едкий натр, соляная к-та). Эбонитовые и целлюлозные части, а также счетный механизм моют только в теплой содовой воде. Очищенные части тщательно просматривают, изношенные заменяют новыми или ремонтируют, корпуса испытывают гидравлическим давлением в 15 atm на прочность и непроницаемость. После ремонта и сборки водомер подвешивают к поверке на контрольных станциях. Контрольный аппарат (фиг. 8) состоит из мерного железного бака с поверочным столом и трубопроводом. Мерный бак снабжен указательным водомерным стеклом со шкалой,



Фиг. 8.

деления которой показывают объемы воды в баке; к баку же прикреплены ртутный и водяной манометры, показывающие давление воды и потери напора. На поверочном столе устроено приспособление для быстрого закрепления испытуемого водомера посредством нажимного винта. Через части этого приспособления В. соединяется трубопроводами с мерным баком, при чем подводящая труба идет от дна бака, а отводящая поднимается на верх бака, и т. о. за В. имеется всегда известное противодействие, что необходимо для получения правильных результатов испытания. Так как В. должен испытываться на переменные расходы воды, то в отводящую трубу включают особые калиберные шайбы с отверстиями, дающими определенный расход при постоянном давлении. Вместо калиберных шайб можно применять особый кран. Поверка В. обычно сводится к следующим операциям: а) определение пропускной способности В. при потере напора в 10 м водяного столба; б) установление точности измерений при разных количествах протекающей воды при полной нагрузке, 50%, 25% и 10% от нее; в) определение предела точности показаний В., т. е. при каком минимальном количестве воды В. показывает с предельной точностью ( $\pm 2\%$ ); г) опреде-

ление предела чувствительности, т. е. при каком минимальном количестве воды В. начинает работать; д) установление постоянства показаний В., т. е. невосприимчивость его к быстрому изменению давления и расхода воды. Для наглядности результаты поверки В. наносят на диаграмму (фиг. 9), по



Фиг. 9.

оси абсцисс которой откладывают количество проходящей воды в час в м<sup>3</sup>, а по оси ординат—потери напора в водомере и процент неточности, соответствующие каждому количеству воды. Применение водомеров на водопроводной сети для расчетов между потребителями и поставщиками воды регулируется особыми правилами, принятыми Главной палатой мер и весов, а также постановлениями водопроводных и санитарно-технических съездов.

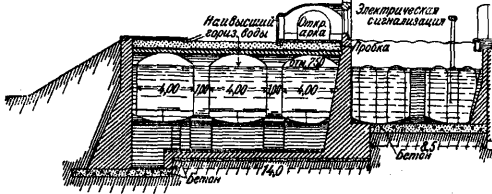
Лит.: Каравай С. Л., Водомеры, Москва, 1927; Кашкаров Н. А., Курс водоснабжения, Москва, 1926. Н. Гуцин.

**ВОДОНАПОРНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ**, для регулирования переменного расхода воды и для поддержания постоянного напора в сети при водоснабжении. Подача воды водоподъемными станциями происходит, в целях наиболее выгоднейших условий работы насосов, обычно равномерно в течение всех суток или в продолжение определенного числа часов. Между тем потребление воды в городе постоянно меняется в течение суток, достигая максимума в утренние, дневные и вечерние часы и падая до минимума в ночное время. В зависимости от расхода воды меняется и потеря напора в трубах.

Высота В. р. определяется в зависимости от необходимой высоты свободного напора в сети над уровнем земли, от рельефа местности и величины потери напора в трубах. В. р. строят обычно на наиболее высоких местах города, для уменьшения их собственной высоты. Емкость В. р. определяют в зависимости от степени неравномерности расхода воды, от производительности водоподъемных машин и числа часов их работы. Для точного определения емкости В. р. составляют таблицу или график суточного расхода воды по часам суток и подачи воды насосами. Объем В. р. должен быть такой, чтобы при максимальных расходах запас воды в нем не понижался ниже определенного уровня. Обычно полезный объем В. р. равняется объему от полусуточного до суточного расхода воды в городе.

В зависимости от топографическ. условий местности В. р. строят на земле (надземные

или подземные) и на башнях. В. р. подземные и надземные устраивают из камня, кирпича, бетона и железобетона. Форма В. р. обычно прямоугольная или круглая. Типом подземного В. р. является, напр., воробьевский В. р. московского водопровода (фиг. 1,



Фиг. 1.

размеры в м) на 57 500 м<sup>3</sup> воды, с глубиной воды 4 м; В. р. находится на высоте 75 м над уровнем Москвы-реки. Типом надземного В. р. является водонапорный резервуар парижского водопровода (на Монмартре) вместимостью 11 000 м<sup>3</sup> воды, состоящий из трех этажей, для разных зон питания.

Обычно В. р. разделяется на две независимые части для возможности ремонта и чистки его без остановки водоснабжения. Стенки В. р. рассчитывают как подпорные стенки. Перекрытие его делают плоское или сводчатое; при подземных В. р. это перекрытие засыпают землей на толщину от 0,8 до 1,5 м. Стенки В. р. и дно его д. б. водонепроницаемыми. При В. р. устраивают особые камеры для помещения труб и задвижек. В перекрытии устраивают вентиляционные отверстия. В. р. на башнях делают железными или железобетонными. Форма этих В. р. обычно цилиндрическая, с выпуклым или плоским дном.

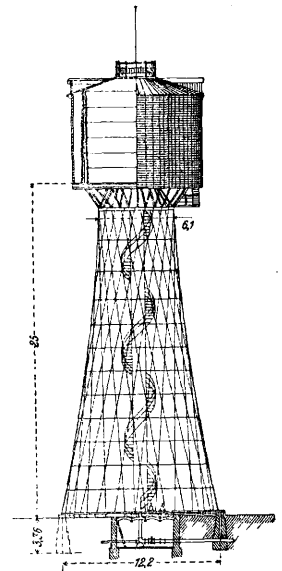
Железные В. р. склепывают из железных листов котельного железа. При выпуклом дне последнее опирается на опорное кольцо. Давление воды в В. р. на дне стремится сжать это кольцо, и последнее должно быть достаточно жестким, чтобы противостоять этому сжатию. При полусферическом дне опорного кольца не имеется, и В. р. опирается на стены башни посредством вертикальных стоек, укрепленных к цилиндрич. его стенкам. При плоском дне В. р. опирается на систему балок, укладываемых на стены башни. Тип железного водонапорного резервуара с плоским дном представляет резервуар крестовских водонапорных башен мытищинского водопровода Москвы вместимостью до 1 900 м<sup>3</sup> воды.

Кроме описанных типов железных В. р., большое применение получил В. р. типа Интце, в котором диаметр опорного кольца меньше диам. цилиндрич. части В. р. Цилиндрич. часть переходит к опорному кольцу конусом, днице же имеет выпуклую форму, обращенную выпуклостью вверх. При этой системе уничтожается распор на опорное кольцо, и диам. опорной поверхности, а следовательно и диам. башни, получается менее диаметра самого бака. Диаметр опорной поверхности при этом равен приблизительно 0,7 диаметра В. р.

Железобетонные В. р. строят обычно по типу Интце. Цилиндрич. резервуары рассчитывают на давление воды  $P = p \cdot r$ , где

$p$ —давление воды на кольцо цилиндрич. части,  $r$ —радиус кольца. Днище рассчитывают как купольное перекрытие. Водонапорные башни, на которых помещаются водяные резервуары, строят из камня, кирпича, железобетона и железа. Типом башни из кирпича являются крестовские башни мытищинского водопровода Москвы. Железобетонные башни изготовляют или из железобетонных стоек, опирающихся на бетонное основание и связанных сверху кольцом, на котором помещается В. р., при чем промежутки между стойками заполняются кирпичом, или из бетонных пустотелых камней. Вид такой башни—см. *Водоснабжение* ж е л. - д о р., фиг. 12. Железные башни возводят или из отдельных стоек решетчатой системы или, по системе инж. Шухова, из стержней углового железа, располагаемых по гиперболоиду (см. фиг. 2, размеры в м).

Железные башни не имеют наружных стен, и потому В. р. и трубы к нему д. б. утеплены. Трубы, подающие в В. р. воду от насосных станций, снабжены необходимыми фасонными частями и задвижками, позволяющими распределять воду в ту или другую половину резервуара, а трубы, отводящие воду в распределительную сеть,—задвижками. Кроме того устраивают сливную трубу на случай переполнения резервуара выше максимального уровня его и спускную трубу для опорожнения резервуара при его чистке и ремонте. Отверстия впускных труб располагают выше уровня воды в В. р. Отверстия выпускных труб помещают в нижней части В. р. При железных и бетонных резервуарах на башнях, трубы, входящие в дно В. р., снабжают особыми компенсаторами, типа соединений на сальниках, для предотвращения деформации дница В. р. при удлинении или укорочении труб в зависимости от изменения  $t$ . Соединение труб с дном В. р. должно быть герметическим. Для регулирования работы насосов уровень воды в В. р. как внутри самой башни, так и на насосной станции указывается посредством поплавка. В холодное время водонапорные башни отапливают во избежание замерзания воды. Для осмотра В. р. устраивают удобные лестницы и свободные проходы. Вместо водонапорных башен иногда устраивают водонапорные колонки, регулирующие исключительно напор воды. Эти колонки конструируются в виде вертикальных труб, через которые подается вода в сеть при достижении известной высоты напора.



Фиг. 2.

Н. Гуцки.



**ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ** имеет целью свести к минимуму потерю воды в гидротехнических сооружениях, устранить вредное влияние проникающей в сооружения воды на устойчивость последних и уменьшить работу по отводу воды, проникшей через преграду. Главнейшие материалы, применяемые для достижения В. г. с., следующие: раствор и бетон на портланд-цементе, асфальт и гудрон, дерево, резина, просмоленный холст, набивка и различные патентованные составы.

Раствор и бетон на портланд-цементе играют главнейшую роль в достижении водонепроницаемости при постройке плотин (каменных, железобетонных, земляных и из каменной наброски), диафрагм, судоходных шлюзов, сухих доков, уравнивательных башен в гидросиловых установках, железобетонных напорных трубопроводов и водопроводящих тоннелей. Во всех перечисленных случаях задача сводится к устройству водонепроницаемого слоя из цементного раствора или бетона, которым покрывается смоченная поверхность сооружения. Слой раствора может иметь толщину от нескольких см (железобетон) до 1—2 м (каменные плотины очень большой высоты). При небольшой высоте плотин и напоре воды от 5 до 20 м достаточно иметь слой с затиркой из раствора состава 1:2 толщиной от 3 до 10 см. Американские каменные плотины, исключительно большой высоты, нередко имеют переднюю часть профиля, выполненную из одного раствора на толщину до 1,50—1,90 м при составе раствора 1:2 и 1:2½. Степень водонепроницаемости бетона и раствора зависит от многих условий, прежде всего—от состава и, в частности, от количества цемента и размера зерен песка. Чем меньше цемента, тем слабее водонепроницаемость. Что касается песка, то песок, имеющий 25 % зерен мельче 0,25 мм и 10 % мельче 0,15 мм, обычно дает при составе 1:3 раствор значительной водонепроницаемости. Щебень и высевки из него по сравнению с песком и гравием всегда дают менее водонепроницаемые бетоны и раствор, отличаясь в то же время неоднородностью состава. В этом отношении многое зависит от свойств местного песка или гравия. Далее, водонепроницаемость зависит от тщательности перемешивания и, в особенности, от тщательного смачивания уложенного раствора за время его твердения, т. е. в течение почти 2 недель. За этот период уложенный раствор не должен пересыхать, будучи при этом защищен от солнечных лучей. Большую роль играет влажность укладываемого бетона или раствора. Американцы для увеличения водонепроницаемости бетона до сих пор применяют способ Сильвестра: оштукатуренный бетон покрывается мыльным раствором (75 г на 1 л воды) и через 24 часа—раствором квасцов (12,5 г на 1 л воды). Способ дорог, но дает хорошие результаты. В случае действия сильного мороза на напорную грань плотины единственно верный способ получения действительно прочной и водонепроницаемой поверхности—это устройство облицовки

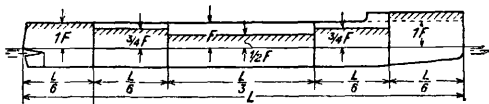
с расшивкой швов на глубину 5 см с заполнением их раствором состава 1:1. Надо отметить, что водонепроницаемость покрытия из бетона, раствора или облицовки в ближайше годы после постройки заметно возрастает, что надо объяснить заилиением пор. В последние 10 лет особенное распространение получила исключительно прочная штукатурка (торкрет или ганит), накладываемая слоями толщиной в 5-6 мм при составе смеси цемента и песка 1:2 или 1:3; ганит накладывается при помощи цементной пушки и обладает водонепроницаемостью в 1½—20 раз большею, чем бетон на растворе такого же состава; влагоемкость его меньше в 1½—5 раз, а пористость—в 1½—2 раза. Максимальное число слоев (4—6) ганита кладется в напорных гранях каменных вододержательных плотин очень большой высоты и в напорных тоннелях с давлением свыше 3,5—4 atm.

Асфальт и гудрон успешно применяются при устройстве водонепроницаемых диафрагм для плотин из каменной наброски и железобетонных, а иногда и земляных. Толщина слоя гудрона обычно 2 см, при чем гудрон прикрывается железобетонными плитами. Металлическ. водонепроницаемые диафрагмы внутри тела плотины в настоящее время не применяются вследствие невозможности ремонта без разборки сооружения; расположение же металла у напорной грани вызвало бы необходимость устройства компенсаторов для устранения влияния температурных изменений. Деревянные брусья и доски успешно применяются в деревянных плотинах; при этом между двумя рядами досок укладывается просмоленный картон. Водонепроницаемость основания плотины достигается устройством бетонного зуба, упирающегося в плотную скалу. В случае трещиноватой скалы прибегают к цементации основания, т. е. к нагнетанию жидк. цементного раствора. В земляных плотинах водонепроницаемость тела плотины достигается путем устройства диафрагм, а основания—путем устройства замков и диафрагмы из набивки, т. е. смеси глины, песка и гравия. Плотины на мягких грунтах, в целях повышения водонепроницаемости основания, снабжаются деревянными или металлическими шпунтовыми рядами (см. *Фильтрация*). Резина иногда применяется за границей; она закладывается в местах соприкосновения деревянных брусьев шлюзных ворот с веревальными столбами, а также в створных столбах и в уплотнениях щитовых затворов; в последних в качестве водонепроницаемого покрытия применяется также металл. Напорные железобетонные трубопроводы в целях водонепроницаемости покрываются ганитом на толщину до 30 мм, в зависимости от величины напора, хотя состав бетона для железобетонных трубопроводов сам по себе отличается значительной водонепроницаемостью.

Лит.: А н и с и м о в Н. И., Производство работ по устройству плотин на реках, М., 1927; его же, Плотины, 2 изд., ч. I, М., 1928; R o s s J., Waterproofing Engineering, p. 200, New York, 1919; F l i n n A. D., West on R. S. a. B o g e r t C. L., Waterwork's Handbook, N. Y., 1927; K a n t h a k F. E., The Principles of Irrigation Engineering, L., 1924; W a l c h O., Die Auskleidung v. Druckstollen

und Druckschächten, В., 1926; Garnier E., Forces hydrauliques, t. 2, P., 1921; «Fire a. Water Engineering», N. Y., 1923, July 18, p. 118. Н. Анисимов.

**ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ СУДНА**, одно из основных качеств его корпуса, необходимое для поддержания судна на плаву, а также для пригодности его к перевозке людей, механизмов и грузов. Поэтому на достижение возможно более полной В. с. обращается особое внимание как в военном, так и в торговом судостроении. В деревянных судах применяют конопатку пазов и стыков наружной обшивки и палубы, забивая между ними в несколько рядов пряди пеньки с последующей их просмолкой или покрытием специальной мастикой. Такая же мера применяется и в композитных судах, имеющих стальной набор корпуса и деревянную наружную обшивку и обшивку палубы. В стальных судах В. с. достигается: 1) соответствующим расположением заклепок по пазам и стыкам наружной обшивки днища и бортов, двойного дна, водонепроницаемых переборок, палуб и т. д.; 2) чеканкою их и заливкою цементом узких мест корпуса, недоступных для осмотра и исправления. Чтобы удостовериться в достаточной В. с., во время постройки судна производится ряд испытаний отдельных частей корпуса, частью еще на стапеле, частью на плаву. Так, на военных судах все помещения испытываются давлением столба воды до определенного уровня, а именно (см. фиг.): в средней трети длины  $L$  судна—до  $\frac{1}{2} F$  ( $F$ —высота надводного борта); далее на протяжении  $\frac{1}{6}$  длины судна в обе стороны, к носу



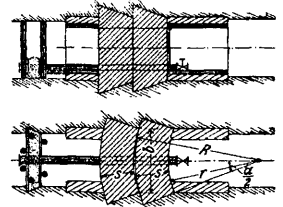
и корме,—до  $\frac{3}{4} F$  и на оконечностях—до уровня верхней палубы. В тех случаях, когда отдельные помещения судна имеют верхнюю водонепроницаемую настилку ниже требуемого уровня давления воды, это давление достигается путем наполнения отсека водой под верхнюю настилку, выше которой выводится железная трубка, наполняемая водой до соответствующего уровня. Фильтрация переборок и других частей корпуса при этих условиях признается допустимой, если она не превосходит известной доли (15%) отливной способности судовых помп. На коммерч. судах предъявляются менее строгие требования относительно В. с.; при этом лишь концевые помещения судна (в носу—форпик и в корме—ахтерпик), а также двойное дно испытываются давлением столба воды не ниже грузовой ватерлинии. Балластные возвышенные цистерны помещаются в трюме и испытываются под напором водяного столба высотой в 2,7 м выше крышки их. Нефтяные цистерны заливаются водою с напором в 2,7 м выше наивысшей точки расширительного колодца. Что касается наружной обшивки и переборок остальных помещений, то качество В. с. для них испытывается напором струи воды, бьющей из брандспойта под высоким давлением. Наконец, в железобетонных судах вполне достаточная водонепроницаемость

судна достигается качеством самого материала при тех толщинах его, какие применяются в современном судостроении.

Лит.: Шершов А. П., Практика кораблестроения, ч. I, II, Петербург, 1912; Holms C. A., Practical Shipbuilding, London, 1918; Herger H., Entwurf und Einrichtung von Handelsschiffen, Leipzig, 1923; Maurice V., Le navire de commerce, Paris, 1923. Н. Боклевский.

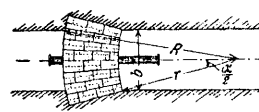
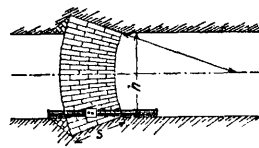
**ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ ПЕРЕБОРКИ**—перегородки, которые разделяют судно в продольном и поперечном направлениях на ряд отсеков для сохранения его непотопляемости и остойчивости при различного рода авариях. См. Судостроение.

**ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ РУДНИЧНЫЕ ПЕРЕМЫЧКИ** устраиваются для ограждения подземных горных выработок от внезапного затопления водою. Чтобы перемычка удовлетворяла своему назначению, она д. б. сооружена из водонепроницаемого материала, соответствующего по своей прочности ожидаемому давлению на нее воды, и иметь прочные, также водонепрониц. опоры.



Фиг. 1.

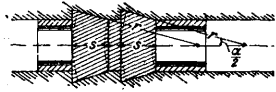
В рудничных условиях для размещения опор выбирают устойчивые, нетрещиноватые породы, однако не слишком твердые, для того чтобы врубы для опор могли быть сделаны без взрывных работ, вызывающих появление трещин. Во всякого рода перемычках через толщу их пропускаются следующие трубы: а) водоотливная, в нижней части перемычки, для стока воды при возведении перемычки и впоследствии, если потребуется, для спуска воды из-за перемычки; труба эта снабжается вентилем; б) воздушная—для вывода воздуха из-за перемычки, по мере заполнения водою изолируемого пространства; трубу располагают возможно выше и наружный конец ее загibaют кверху; после выхода воздуха на нее навинчивают манометр, указывающий давление воды на перемычку; в) в виду того, что окончателная заделка перемычки производится со стороны изолируемого пространства, в перемычке устраивают лаз для рабочих, занятых сооружением перемычки; по окончании работ его закрывают либо деревянной пробкой либо специальной крышкой. В некоторых случаях В. р. п. не должна препятствовать дальнейшему движению по изолируемой выработке; тогда в перемычке устанавливают раму и на последнюю навешивают достаточной прочности дверь, которая и должна выдерживать ожидаемое давление воды. Чтобы при сооружении В. р. п. вода, протекающая по выработке, не попадала в



Фиг. 2.

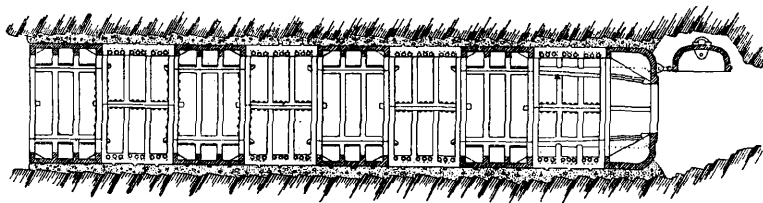
углубления, заготовленные для опор, сзади перемычки устраивают невысокую плотинку, через к-рую пропускают трубу, отводящую воду, минуя перемычку.

В зависимости от срока службы и ожидаемого давления В. р. п. сооружают из дерева, кирпича, камня,



Фиг. 3.

бетона, железобетона и металла. Деревянные В. р. п. сооружают из прямоугольных брусьев (твердых пород дерева), располагаемых горизонтально либо вертикально. Концы брусьев заводят в соответствующие врубы, проводимые в стенках выработки. Все щели между брусьями, а также опорами и стенками выработки законопачивают мхом или просмоленной паклей



Фиг. 4.

и раскливают деревянными клиньями. Толщина деревянной В. р. п. определяется по формуле:

$S = l \sqrt{\frac{3p}{4k}}$ , где  $l$ —свободная длина

бруса в см,  $p$ —давление воды в  $\text{кг/см}^2$  и  $k$ —допускаемое напряжение материала на изгиб.

Второй тип деревянных В. р. п., выдерживающих значительные давления,—перемычки клинчатые, изготовляемые из брусьев

формы усеченной пирамиды. Брусья укладывают волокнами по направлению давления, образуя перемычку, имеющую вид усеченной пирамиды со сферическ. основаниями.

Кирпичные В. р. п. бывают трех типов: а) цилиндрические (фиг. 1), представляющие собою часть полого вертикального цилиндра, ограниченного радиальными плоскостями;

б) сферические (фиг. 2), имеющие форму сегмента, вырезанного из полого шара радиальными плоскостями, и в) пирамидальные.

Толщина цилиндрической В. р. п. определяется из формул:

$$S = \frac{R \cdot p}{k}; \quad S = \frac{r \cdot p}{k - p}; \quad r = \frac{b}{2 \sin \frac{a}{2}}$$

где  $R$  и  $r$ —наружный и внутренний радиусы кривизны,  $a$ —угол наклона опорных плоскостей,  $b$ —ширина выработки,  $k$ —допуск

напряжения на сжатие. Для пород средней твердости  $r = 1,5 b$  и  $\frac{a}{2} \cong 20^\circ$ ; для твердых

пород  $r = b$  и  $\frac{a}{2} \cong 30^\circ$ . Для сферич. В. р. п.:

$$S = \frac{R \cdot p}{2k}; \quad S = r \sqrt{\frac{k}{k - p} - 1}; \quad \sin \frac{a}{2} = \frac{b}{2r}$$

Для расчета принимается наибольший из размеров выработки:  $b$  (ширина) или  $h$  (высота). По наибольшему размеру определяется  $r$  из соотношения:  $r = 2b$ ;  $r = 1,7b$  и

$r = 1,5b$ , тогда  $\frac{a}{2} \cong 15^\circ; 17^\circ; 19^\circ$ . Если при

расчете сферич. и пирамидальных В. р. п. получаются значительные величины для  $S$ ,

тогда перемычка составляется из нескольких слоев, связанных кладкой или слоем раствора (фиг. 1 и 2). Бетонные В. р. п. делают пирамидальной формы и рассчитывают по тем же формулам, что и каменные.

Железобетонные В. р. п. устраивают в случае недостаточной устойчивости боковых пород выработки. По Кёнену (Koepen), толщина перемычки определяется из формулы

$S = 0,183b \sqrt{p}$ . Площадь поперечного сечения

железа на единицу высоты  $f = \frac{1}{4} \frac{k}{k_1} S$ , где

$k$ —допускаемое напряжение на сжатие бетона—20—30  $\text{кг/см}^2$  и  $k_1$ —допускаемое напряжение на растяжение для железа—900  $\text{кг/см}^2$ . Во всех случаях, когда боковые породы выработки недос

точно устойчивы, спереди и сзади В. р. п. на некоторое расстояние возводят бетонную крепь (фиг. 1 и 3). При давлениях свыше 30—40  $\text{атм}$  применяются В. р. п., состоящие из ряда чугунных колец, располагаемых по выработке на длину 10—20 м с заливкой бетоном зазоров между кольцами и стенками вы-

работки (фиг. 4). Как общее правило, сопротивление материала, из к-рого сооружается перемычка, д. б. больше ожидаемого давления воды на перемычку.

Лит.: Г е ф е р Г., Справ. книга по горному делу, Берлин, 1921; Б е л о в В. И., Рудничный водоотлив, Сталин, 1927; Б о к и й Б. И., Практич. курс горн. искусства, М.—Л., 1923—25; H e i s e F. u. H e r b s t F., Lehrbuch d. Bergbaukunde, В., 1923. А. Насьянов.

**ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ ТКАНИ**, ткани, поры которых заполнены непроницающими воду веществами (каучук, вареное масло, жиры, парафин, воск) или волокна которых пропитаны раствором солей металлов; в первом случае изменяется внешний вид ткани, и поры ее становятся непроницаемыми для воздуха.

Суровье, предназначенное для водонепроницаемой ткани, д. б. сработано возможно плотнее из переплетений; наиболее часто употребляются переплетения саржевое и сатиновое. Рецептура растворов для пропитывания тканей обширна. Приводим некоторые общеупотребительные рецепты. Для хлопчатобумажных и льняных тканей готовят два раствора: 1) 4 кг казеина, 30 л воды и 100 г гашеной извести и 2) 2 кг

нечелочного мыла и 24 л воды. Растворы смешивают, погружают в их смесь ткань, после пропитки отжимают и ткань помещают в раствор уксуснокислого глинозема, который делает соединение извести с казеином нерастворимым. Для шерстяных и полшерстяных тканей готовят растворы: 1) 100 вес. ч. квасцов в 100 вес. ч. кипящей воды и 2) 100 вес. частей животного клея наливают водой и, когда он впитает в себя 200 вес. ч. воды, воду сливают, клей варят и в кипящий клей прибавляют 5 вес. ч. таннина и 2 весовых ч. кремнекислого натрия. Оба раствора смешивают, кипятят. После остывания смесь принимает вид желе. Для

пропитывания растворяют 1 кг полученной массы в 12 кг воды, смесь кипятят 3 ч., после кипячения ванну остужают до 80°. Ткань погружают в нее на 1/2 ч., затем расстилают на столе и оставляют ее в таком виде в течение 6 ч., после чего пропитанную раствором ткань высушивают и пропускают через каландр. См. *Ткани текстильные*.

*Лит.: G a n s w i n d t A., Die Technologie d. Appretur, Wien u. Lpz., 1907; P o l l e y n F., Appreturmittel, Wien u. Lpz., 1924; Österreichs Wollen- und Leinen-Industrie, p. 22, 90, Reichenbach, 1909; Luegers Lexikon der gesamten Technik, 1 Aufl., B. 8, p. 842, B. u. Lpz.; K o l l e r T. H., Die Imprägnierungs-Technik, Handbuch d. Darst. aller fäulnis-widerstehenden, wasserdichten und feuersicheren Stoffe, B. 1—2, Wien und Leipzig, 1923.*

**В. Линде.**

**ВОДООТВОДНЫЕ КАНАВЫ**, канавы для отвода дождевой, снеговой и грунтовой воды от полотна дороги. Чтобы вода не застаивалась в канавах, дну их придают уклоны по направлению естественного стока к низину, оврагам и ямам. Такой уклон при слабом грунте дается в 0,002, а при более крепких грунтах в 0,005—0,05. При крутых спусках иногда делают дно канав уступами с обратными уклонами, в к-рых вода хотя немного и застаивается, но зато теряет силу напора, чем предотвращается размыв грунта. Откосы канав делают обыкновенно полусторными. В грунтах слабых откосы выстилают дерном, а дно канав иногда даже замазывают. К В. к. надо отнести лотки и сточные желоба, при ширине в 1—1,5 м; они



Фиг. 1.

Фиг. 2.

применяются там, где, в виду узости дорожной полосы, не м. б. применены боковые В. к.: на улицах, где тротуары выше дороги (фиг. 1), или в глубоких выемках, где желоб непосредственно граничит с подпорной стеной (фиг. 2). Продольные уклоны мощеных лотков бывают: при обыкновенной мостовой—от 1 : 100 до 1 : 150; при торцовой мостовой и при мостовой из гранитных кубиков от 1 : 200 до 1 : 500. Если продольные уклоны дороги часто меняются, то и подшове лотков придают соответственные уклоны, при чем в нижних точках пересечения уклонов устраивают для отвода воды спуски. Канавы боковые, водоотводные и нагорные играют вообще большую роль в дорожном деле: служа, с одной стороны, для приема воды, стекающей с поверхности земли, и, с другой стороны, для отвода воды к местам естественного стока—оврагам, лощинам и рекам, канавы осушают земляное полотно и устраняют размягчение грунта под дорожную одежду. Дну канав дают обыкновенно ширину в 0,4—0,5 м, а глубина их определяется в зависимости от положения дороги.

**ВОДООТЛИВ** применяется при производстве строительных работ в местах, покрытых водою или имеющих приток грунтовых вод. В. производится непосредственно из котлована (см.) или из специальных сооружений, устроенных вокруг котлована для понижения горизонта грунтовых вод до необходимого уровня. Водоотливные установки надо сосредоточивать в наиболее глубокой части котлована, при чем их м. б. несколько.

Приемные колодцы д. б. закладываются в стороне от возводимого основания, и если основание ограждается конструктивными шпунтами, то в последних возможно устраивать отверстия для выпуска воды в приемный колодец. Эти отверстия, однако, следует по мере возведения кладки тщательно заделывать, а приемные колодцы по окончании В. заполнять глиной с тщательной утрамбовкой. Приемные колодцы м. б. устраиваемы путем забивки дощатых шпунтов или же путем постепенного опускания сруба. Для впуска воды в стене колодца вырубает отверстие. Т. к. через это отверстие в колодец затягивается всякий мусор, щепы, ил, то необходимо постоянно следить за состоянием колодца, производя регулярную очистку колодца и приемных сеток всасывающих труб. В непосредственной близости от колодца устраивают водомерную рейку для наблюдения за ходом первоначальной откачки воды с целью регулирования силы В.

Изложенный способ В. обычно применяется для удаления из котлована речной воды и последующего затем понижения грунтовых вод при помощи центробежных насосов. Однако понижение грунтовых вод по этому способу становится очень затруднительным, если приходится иметь дело с очень водопроницаемыми грунтами, и в некоторых случаях понизить воду ниже определенного уровня при помощи центробежных насосов совершенно не удается. В таких случаях надлежит применить способ понижения грунтовых вод при помощи так наз. грунтового, или подземного, В. Для этой цели вокруг котлована закладывают в грунт на расстоянии примерно 6—8 м ряд вертикальных труб, имеющих на конце сетку с мелкими отверстиями. Диаметр труб, в зависимости от водоносности грунта, д. б. от 10 до 15 см, а глубина их опускания—в зависимости от потребной глубины понижения грунтовых вод. Трубы соединяют поверху водосборной трубой несколько большего диаметра, из которой и производят откачку воды при помощи насосов, поставленных в двух или трех местах в зависимости от длины водосборной трубы и мощности насосов. При очень глубоких котлованах и необходимости значительно понизить уровень грунтовой воды понижение производят в два приема, закладывая после первого достигнутого понижения грунтовой воды и выемки грунта второе кольцо дренажных труб на соответств. этому понижению глубине.

В. поверхностной воды, т. е. воды, имеющейся в котловане после устройства перемычек, необходимо производить постепенно, отнюдь не форсируя В., для того чтобы при быстром понижении воды в котловане не произошло значительного расстройств загрузки. После откачки поверхностной воды и появления воды фильтрационной откачка последней обычным способом—центробежными насосами—при производстве выемки под флютбет может производиться безопасно, если фильтрационная вода сравнительно легко поддается действию двух—трех насосов диам. 25—30 см. Если же приток фильтрационной воды настолько значителен, что указанных водоотливных средств

недостаточно, то форсирование В. может повлечь значительное расстройство всего грунта образованием фонтанов и даже внезапное затопление всего котлована. В таких случаях надлежит прекратить В., принять меры к возможно большему уширению перемычки путем наружной обсыпки или же путем забивки третьего шпунтового ряда ограждающей перемычки, забивая его с наружной или внутренней стороны котлована в зависимости от местных условий. Наиболее же рациональным в этом случае является вышеописанный способ грунтового В.

При понижении В. грунтовой воды в котловане и выемке грунта под основание сооружения очень часто появляются ключи разной силы и водоносности, создающие значительные осложнения при производстве работ в тех случаях, когда выход таких ключей происходит в пределах возводимого сооружения. Попытки глушения ключей, например для возможности бетонной или каменной кладки, в большинстве случаев оказываются бесполезными, и единственным правильным способом является отвод ключа в сторону от возводимой кладки или же оставление его в теле кладки со свободным выходом кверху. В первом случае, после выемки грунта котлована до проектной отметки, производят около ключа углубление грунта примерно на 30—40 см, заполняемое затем щебнем, и в то же время укладывают по дну котлована от ключа водоотводящую трубу диаметром в зависимости от дебита ключа. Обычно диаметр такой трубы берется от 8 до 10 см. Конец трубы выводят за пределы шпунтового ограждения котлована, и проходящая через трубу вода направляется по водоотводной канаве к водоотливному колодцу. Уложенную так. образ. трубу прикрывают слоем трамбованной глины, с тем чтобы верх глинистого слоя соответствовал проектн. отметке подошвы фундамента. Для ключей более слабой силы можно применить второй способ, а именно: ключ захватывается в вертикальную трубу, вокруг которой происходит кладка фундамента. Вода поднимается по трубе до уровня, определяемого напором, под влиянием которого образовался ключ, при чем если этот уровень окажется выше проектной отметки верха сооружения, то вода будет свободно изливаться на поверхность кладки без вреда для последней. Очень часто вода в трубе поднимается невысоко, и тогда, по окончании работ и надлежащем выдерживании срока для затвердения кладки, трубу можно залить бетоном. В качестве труб для вертикального захвата ключей незначительной силы применяют иногда бочки из-под цемента.

При В. необходимо определить количество воды, удаляемой непосредственно из котлована, огражденного перемычкой, и количество воды, получающейся от фильтрации сквозь тело перемычки и дно котлована. В зависимости от требуемого срока откачки воды определяется необходимая производительность водоотливных средств и тип их как для ручной, так и для машинной откачки. При небольших количествах воды применяется ручной В. при помощи в е д е р и ч е р п а к о в. Черпаки применяются ча-

сто при устройстве осушительных каналов; в случае более значительного В. употребляют подвесные черпаки. Когда фильтрация воды велика, приходится уже применять насосы и более усовершенствованные приборы по подъему воды. Выбор системы последних серьезно осложняется загрязнением воды строительными материалами и грунтовыми примесями. Наиболее удачно работают в таких условиях насосы Летестю, диафрагмовые и центробежные насосы. При употреблении насосов с кожаными лопастями и клапанными устройствами необходимо перед пуском насоса снимать клапаны и не менее суток размачивать их в воде, так как кожа от времени высыхает, коробится и твердеет. Недостатком насосов Летестю является громоздкость и необходимость не менее 4—6 человек для обслуживания. Диафрагмовые насосы, весьма портативные и занимающие очень мало места, работают очень продуктивно при глубинах всасывания до 4 м. При очень больших количествах воды применяются центробежные насосы с паровыми двигателями, двигателями внутреннего сгорания и электродвигателями. Паровые насосы при В. не применяются, так как они не приспособлены к пропуску грязной воды. В некоторых случаях для В. успешно применяется пульзометр, работа которого, однако, при кратковременном применении обходится весьма дорого.

При выборе типа насоса требуется определить геометрическую высоту подъема воды, диаметр трубопровода  $d = \sqrt{\frac{4Q}{60\pi v}}$ , где  $Q$ —требуемое к откачке количество воды в  $\text{м}^3/\text{мин}$  и  $v$ —заданная скорость истечения в трубопроводе в  $\text{м}/\text{сек}$  (обычно она колеблется в пределах от 2 до 2,5  $\text{м}/\text{сек}$ ). Мощность двигателя насоса  $N = \frac{1000QH}{75 \cdot 60 \cdot \eta}$  лп, где  $H$  величина полного напора, который требуется преодолеть насосу, и  $\eta$ —кпд насоса: для поршневых 0,80—0,95, для центробежных 0,40—0,75, для пульзометров и эжекторов 0,10—0,30.

Лит.: А н и с и м о в Н. И., Производство работ по устройству плотин на реках, стр. 54—55, М., 1927; А р н о л д В. В., Машина в строительном деле, ч. I, М., 1927, ч. II, М., 1928; Б р е н н е к е Л., Устройство оснований и фундаментов, пер. с немецк., СПб., 1904; М о с т о в о й Д. Г., Организация и производство работ по постройке речных плотин и шлюзов, стр. 30—32, М., 1927; Ш е л я п и н С. П., Временное понижение грунтовых вод при заложении оснований, М., 1909; Ю р г е в и ч Л. В., Перемычки с песчаной разгрузкой и подводные взрывные работы, Киев, 1912.

Б. Х. Шлегель.

**ВОДОТЛИВ РУДНИЧНЫЙ.** Подземные воды делятся на грунтовые и глубинные.

Г р у н т о в ы е в о д ы—просочившиеся с поверхности и находящиеся близко к поверхности земли в рыхлых горных породах. Под терминами: «уровень грунтовых вод», «депресссионная поверхность», «гидростатический уровень», «фреатическая поверхность» понимают верхнюю границу зоны, насыщенной водою, в которой грунтовая вода свободно располагается поверх водоупорного слоя, не испытывая давления со стороны всякого бока. Эта верхняя граница зоны горизонтальна, если не имеется стока и поверхность земли абсолютно ровная; в других случаях она следует топографии места.

Глубинные воды—воды из слоев недр земли. Соединив между собой точки одинакового пьезометрического уровня, получим пьезогипсы; расстояние между ними может служить мериллом для водопроницаемого водоносного слоя; оно уменьшается при менее значительной водопроницаемости. Гидроизогипсы являются горизонтальными проекциями линий пересечения поверхности подземных вод и водопроницаемой подошвы горизонтальными (равно отстоящими друг от друга) плоскостями (водные и донные горизонтали). Так как вода при движении избирает направление наибольшего стока, то она движется в направлении, нормальном к горизонталям. Гидроизогипсы и профили дают гидрогеологическую карту, по которой судят о характере и движении подземных вод (расстояние между горизонталями при построении карт обычно берется в 0,2—0,1 м, при масштабе от 1:1 000 до 1:500).

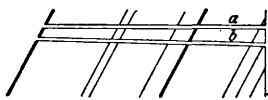
Дебит. Дебитом воды источника, шахты и т. п. называется то количество воды в л, которое источник дает в определенную единицу времени—в секунду или минуту («секундолитр», «минутолитр»). Расчет ожидаемого из шурфа или шахты количества воды (при наличии водопроницаемого слоя) основывается на ур-ии Тиме:

$$Q = \pi k l \frac{H^2 - h^2}{\ln R - \ln r},$$

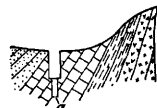
где  $Q$ —ожидаемое количество воды в м<sup>3</sup>/сек,  $k$ —коэфф. водопроницаемости,  $l$ —коэфф. пористости,  $r$ —радиус шурфа в м,  $R$ —радиус зоны, на которую действует откачка, в м,  $H$ —толщина водоносного слоя в м,  $h$ —потеря напора от трения в слое в м. Определение дебита проще всего производить многократной откачкой воды при помощи насосов. В начале откачки приток вод будет больше действительного, а затем, при стационарном состоянии, приток становится равным откачиваемому количеству воды, которое и будет дебитом. В существующих уже рудниках дебит легко измерить непосредственно—по высоте поднятия воды в течение известного промежутка времени в зумпфе шахты (нижняя часть ствола шахты, служащая для собирания подземных вод из выработок). Главная мера борьбы с внезапными притоками может быть сведена к заблаговременному определению мест скопления подземных вод и изолированию их обходными выработками или к планомерному спуску воды из этих мест предварительным бурением. Во всех же остальных случаях устраивают большие зумпфы и запасные резервуары или устанавливают большой мощности насос с большим запасом (не менее тройного). При среднем притоке зумпф делают глубиной до 10,5 м; он может вмещать приток воды за несколько часов; например, на руднике Гнейзенау при притоке 17 м<sup>3</sup>/мин резервуары вмещают всего 4 000 м<sup>3</sup>, что обеспечивает приток на 4 ч. Обычно при электрическом водоотливе делают емкость зумпфов приблизительно на 12 час., мощность же насосов берут большую, чем приток. Только при небольших количествах вод делают зумпф на 24—48 ч. При минимальной емкости зумпфа и других резер-

вуаров время, потребное для наполнения их, должно превышать в 3—4 раза время, необходимое для выхода на поверхность рабочих из самых отдаленных мест работы. В шахтах с обильным количеством воды (напр. в бурюгольных), помимо зумпфа, отстойных камер и запасных резервуаров, под откаточными штреками и квершлагами  $a$ , на глубине 2—4 м, устраивают зумпфовые штреки и зумпф-квершлаг  $b$  (см. фиг. 1). Уклон зумпфовых штреков и квершлагов делают соответственно количеству и качеству вод. Если же приток подземных вод мал, то воду отводят по канавам выработок (откаточных штреков и т. п.). Вода из зумпф-штреков обыкновенно идет в зумпф-квершлаг, откуда или непосредственно берется насосами (при помощи труб) или падает в подземные резервуары небольших размеров, или, наконец,—в зумпф-шахты. Зумпф устраивают т. о., чтобы в нем могли производиться очистка и обезвреживание воды для насосов, напр. известковым молоком (кислые воды); воду с содержанием хлористого кальция пропускают через хворост.

Причины затопления шахт. Если шахта врезывается в богатый водой пласт на значительной глубине, то вследствие гидростатич. давления в шахту проникает большая масса воды, которая быстро наполняет ее до известной высоты. Для избежания этой опасности, в поверхности пласта закладывают (фиг. 2) буровую скважину  $a$  на несколько м глубже шахты. Применять буровые скважины удобно также и для спуска



Фиг. 1.



Фиг. 2.

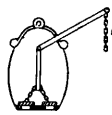
вод при проходке новых шахт вблизи соседних шахт и выработок. Скважины проходят диам. не менее 30 см; меньшие диам.—при больших количествах вод, большие—при малых количествах вод, во избежание засорения скважины; при чем через скважину продевают две цепи для прочистки.

Способность всасывать воду для различных пород различна; так, на 1 м<sup>3</sup> гранит, гнейс, порфиры, мрамор всасывают 0,5—10 л; известняки и доломит—200 л, песок и гравий—400 л, песчаник 250 л, земля—500 л. Легче всего отдают воду песок и гравий и труднее всего—глина и глинистый сланец. По степени проницаемости водою породы идут в следующем порядке: гравий, песок, песчаник, конгломерат и известняк. Водоносные, непронускающие воду породы: глина, глинистый сланец, мергель и другие сланцевые породы.

Обезвоживание или предварительное осушение нового месторождения может иметь место в 4 случаях: 1) при разработке железного ископаемого, сопряженное к-рого с водой может сделать месторождение или добытый продукт негодными; 2) если вода, размывая и растворяя ископаемое висящее или лежащее бока, может портить другое находящееся между ними более дорогое ископаемое

3) для предупреждения внезапных прорывов воды из висячего или лежащего бока в полезное ископаемое, хотя бы и нейтральное по отношению к воде, если водонепроницаемые слои не в состоянии предупредить прорыв воды при системе работ с обрушением кровли или с сухой закладкой; 4) для предварительного удаления воды из пласта самого полезного ископаемого, чтобы вода не мешала подготовительным работам и очистной выемке того же ископаемого. Обезвоживание можно производить или спуском вод при помощи скважин подземных или с поверхности или при помощи специальных выработок и устройств, при чем при обезвоживании штреками последние проводят всегда так, чтобы они никогда не были параллельны груди очистного забоя (в целях увеличения дренажа). Определенное ожидаемого притока вод при углубке шахт лучше всего производить по способу Мюнстера. Шахту можно рассматривать как трубу, через которую проталкивается вода с переменным давлением. Это проталкивающееся через шахту количество воды зависит как от существующего давления, так и от сопротивления пород, по которым протекает вода. Причины, нарушающие указанную зависимость притока воды, в более или менее однородных породах, могут заключаться в трещинах, но и эти отклонения, как показывают опыты, долговременной откачкой обыкновенно устраняются. Для установления ожидаемого притока вод при углубке шахт наперед заданной глубине делают пробную откачку на различной глубине части уже пройденной шахты и определяют время протекания разных объемов воды на разных горизонтах.

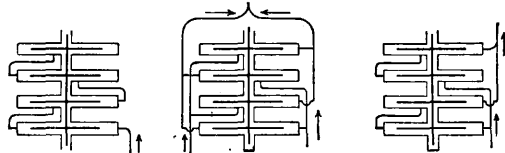
Водоотлив при углубке шахт. Водоотлив при проходке шахт имеет большое значение; самые большие остановки и даже значительные перерывы обуславливаются почти всегда необходимостью бороться с притоком воды. В простейшем случае углубки шахт, когда воды мало, она выдается вместе с породой обыкновенными бадьями.



Фиг. 3.

Если приток воды значителен, то применяют бадью с клапанами (фиг. 3). Последняя имеет в дне два отверстия, которые закрываются кожаными, с железными накладками, клапанами. При опораживании бадьи на поверхности клапаны открываются при помощи рычага *a*. Емкость бадьи различная, от 75 до 700 л и больше. При откачке воды из проходки бадьями последние *м. б.* устроены опрокидывающимися, наполдобие скипов. Если количество воды при проходке больше 50—100 л/мин, то с самого начала для откачки применяют специальные бадьи, к-рыми можно выдать до 300—400 л при глубине 150—200 м; при большем же количестве воды нужно применять специальные насосы, которые можно поднимать и опускать при помощи канатов. До глубины 50 м можно пользоваться также пульзометрами, поднятие и опускание к-рых можно производить при помощи того же подъемного каната. В пульзометрах давлениям в 1; 1,5; 3; 4; 5; 6; 8 atm соответствуют высоты

поднятия воды на 5; 10; 20; 30; 40; 50; 60 м. Для поднятия на большую высоту пульзометры ставят последовательно, располагая их один над другим. При небольших притоках воды насос помещается на деревянном полке, устанавливаемом обыкновенно в расстоянии 4 м от забоя; каждый полок состоит из 22-см сосновых подтоварников, заведенных в лунки, с настилом из дубовых пластин, на к-рых стоит насос. На время падения насос не убирают, но, чтобы предохранить его от действия взрывов, под ним еще устанавливают предохранительный полок; кроме того, насос от остальной части шахты отшивается досками. При проходке уклонов насос устанавливается на площадке, задние колеса которой расположены ниже передних. Запас, на к-рый нужно рассчитывать насосы, применяемые при проходках, *д. б.* по крайней мере на 50% больше возможного большого притока воды. Для откачки при проходках выгоднее применять центробежные насосы, т. к. работа последних несравненно проще и надежнее, чем паровых насосов. Электрические центробежные насосы применяются



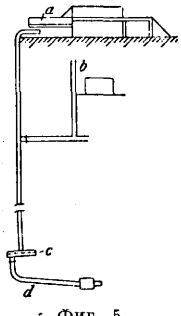
Фиг. 4а.

Фиг. 4б.

Фиг. 4в.

при высоте подъема в 150 м и больше. На фиг. 4а, 4б, 4в изображены различ. соединения ступеней центробежного насоса: последовательное, параллельное и смешанное, в зависимости от притока воды при проходке шахты. Так как насосы от взрывов шпуров могут повреждаться, то их нужно каждый раз поднимать приблизительно на 10 м, что требует времени для разборки и сборки трубопровода; в виду этого в последней трубе устраивают шарнирное сочленение, допускающее подъем и опускание насоса на 2,5 м. Гибкие металлические рукава помогают уменьшению повреждений от взрывов шпуров кусками породы; эти рукава удобно направлять для засасывания воды со всех мест забоя проходки. Иногда при углубке шахт в зависимости от количества воды устанавливают дополнительные насосы; если же в шахте для установки новых насосов не хватает места, то поступают двойко: или закладывают вторую шахту рядом или цементируют трещины, дающие приток воды, а крепление шахты делают водонепроницаемым, при чем крепление стен шахты в отношении водонепроницаемости считается удовлетворительным, если оно не пропускает воды больше 100—150 л/мин на 1 000 м<sup>2</sup> при глубине 500 м. Цементацию при углубке шахт впервые стал применять Портье. С этой целью он делал на дне шахты скважины, располагая их концентрически, и нагнетал туда цемент. молоку (цементную кашу). На фиг. 5 показано схематически полное сооружение для цементации, где *a*—сито, *b*—труба для сжатого воздуха, *c*—распределитель, *d*—шланг. Чтобы определить, до каких пределов можно углублять шахту при

известных притоках воды, необходимо принимать во внимание расход на водоотлив и влияние притока на скорость работы; при незначительном притоке воды ежемесячно можно проходить 50—80 м шахты; при притоке воды в 7—8 м<sup>3</sup>/мин—до 3 м в месяц.



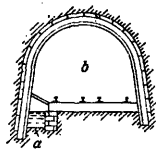
Фиг. 5.

Сток вод по канавкам штреков. В штреках вода отводится по канавкам (фиг. 6: *a*—канавки, *b*—штрек). Если канавки проведены в твердой породе или они выложены камнем или бетоном, то скорость воды можно задавать такой, что в канавках не будут выпадать осадки. Если вода содержит легкий шлам, то при  $v=0,25$  м/сек может

происходить выпадение осадков песка; поэтому скорость д. б. не менее 0,5 м/сек; уклон д. б. в первом случае  $1:200$  ( $H = \frac{v^2}{2g} = \frac{0,25^2}{2 \cdot 9,81} = \frac{1}{200}$ ) и во втором случае  $1:80$ . Чтобы во-

да не размывала канавок, ширина их д. б. такой, чтобы в слабых породах  $v$  было не больше 0,25 м/сек, а в породах средней твердости—не больше 1,75 м/сек. Если же нужно подать воду (например для мокрой закладки) от шахты к выемочным участкам, то уклон канавкам придется не свыше  $1:500$  (и даже  $1:1000$ ).

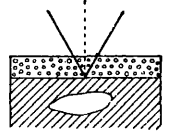
В. р. разделяется на главный и второстепенный. При главном водоотливе весь приток воды подается по трубам, проложенным по вертикальным или наклонным шахтам; при второстепенном—вода удаляется из уклонов и других выработок перекачиванием ее на главный штрек, откуда она попадает в зумпф шахты. По типу установок главные и второстепенные водоотливы разделяются на прямые, которые подают воду при помощи одной установки насосов и труб с одного горизонта на поверхность, и на водоотливы, которые имеют две или несколько установок насосов и труб (ставов), передающих одно и то же количество воды с разных горизонтов. При водоотливе различают: коэффициент водообильности и коэффициент безопасности. Коэффициентом водообильности называется частное от деления суточного притока воды в объемных единицах на суточную добычу в весовых единицах, коэффициент безопасности называется отношением производительности всех насосов к притоку в единицу времени.



Фиг. 6.

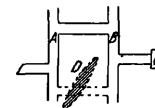
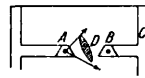
Определение мест скопления подземных вод с помощью метода электромагнитных волн. При отсутствии маркшейдерских планов для определения места воды применяют метод электромагнитных волн, основанный на различной электропроводности и различных диэлектрич. постоянных пород и руд. Если посылать электрические волны с поверхности внутрь земли, то они отражаются от поверхности воды, как световые лучи от зеркала, и

возвращаются назад, свидетельствуя тем самым о присутствии воды (фиг. 7). В Германии для этой цели применяются след. методы. 1) Метод поглощения эл.-магнит. волн водоносным горизонтом (фиг. 8). В 2 подземных выработках (штреках) *A* и *B* шахты *C* ставятся соответственно отправной и приемный аппараты; проверяя их совместное действие, можно заключить о присутствии водоносн. горизонта или трещины *D*. Водоносная трещина в качестве проводника является непроникающим электрические волны экраном, поэтому помещенный за ней приемный аппарат *B* находится в теневом пространстве и не получает радиоденеш от отправителя *A*. 2) Метод интерференции волн. Устраивают в штреке отправитель *A* и на соответствующем расстоянии от него—приемник *B* (фиг. 9, где *a*—шахта, *b*—штрек). Кроме исходящих волн непосредственно от *A* к *B*, *B* получает еще волны, отраженные от кровли, если она водоносна. Тот и другой ряд волн могут взаимно друг друга усиливать или ослаблять. Это усиление и ослабление констатируется путем измерения или длины волны или расстояния между отправителем и приемником.



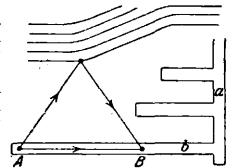
Фиг. 7.

Если кровля не водоносна, то явление интерференции в аппарате *B*, конечно, не имеет места. 3) Метод  $1/4$  длины волны (модификация предыдущего). 4) Метод электроемкости и притяжения волн. Электроемкость проводника, в данном случае изолированной проволоки (антенны), как известно, зависит, с одной стороны, от величины (длины антенны) и от геометрич. формы его, с другой—в очень сильной степени от характера окружающей изоляционной среды, т. е. от ее диэлектрической постоянной.



Фиг. 8.

Емкость антенны и, следовательно, длина исходной (посылаемой антенной) волны при приближении к телу с большой диэлектрической постоянной сильно возрастает. Допустим теперь, что антенной, в которой возбуждаются электрические колебания, являются буровые штанги или буровые трубы. При приближении, по мере углубления скважины, бурового инструмента, находящегося в состоянии электрич. колебаний, к водоносной трещине, наблюдается резкое увеличение длины волны по сравнению с наблюдавшейся до того, что указывает на присутствие воды.



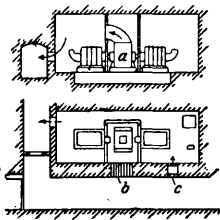
Фиг. 9.

Рудничные водонепроницаемые перемычки. Для ограждения подземных горных выработок от внезапного затопления водою из водоносных пластов или из выработанных пространств устраивают водонепроницаемые перемычки. (См. *Водонепроницаемые рудничные перемычки.*)



Водоотливные сооружения. Водоотливные сооружения делятся на главные и второстепенные—вспомогательные. В настоящее время наиболее распространено пользование электрич. центробежным насосом. Паровые насосы с каждым годом вытесняются все более и более; неудобства их: высокая  $t^\circ$  в выработках, большая потеря пара вследствие длинного трубопровода, дорого стоящие фундаменты и камеры (поршневые насосы требуют почти в 3 раза больше места, чем центробежные). Однако, наряду с недостатками, поршневые насосы обладают и преимуществами: большой кпд (0,8—0,9), меньшая чувствительность к грязным водам и переменным условиям работы и т. д. Предельная высота их применения—300 м. Насосные устройства распределяют в шахтах различным образом: 1) насос в шахте, двигатель на поверхности, движение передается при помощи штанг, спускающихся с поверхности до насоса; это—т. н. штанговые насосы, старый тип насосов, ныне совершенно оставляемый по причине их громоздкости, быстрого изнашивания клапанов и поршневой одежды и малого кпд; 2) насос и паровая машина в шахте, котел на поверхности, паропровод во всю глубину шахты; столб воды перемещается непрерывно и почти с постоянной скоростью; насосы эти бывают или с маховиками (старый тип) или без маховиков, прямого действия, например паровой насос системы Воррингтона, Блека и т. п.; 3) насос под землей, в большинстве случаев центробежный, приводится в движение электрич. двигателем, имеющим один вал с насосом. При электрич. установках переменного тока очень важно, чтобы число периодов в сети согласовалось с числом оборотов мотора; число оборотов мотора связано с электрическими параметрами: частотой тока (нормально 50 пер/сек.) и числом пар полюсов. Если обозначим через:  $n$ —число оборотов поля в м.,  $p$ —число пар полюсов,  $f$ —число пер/сек., то между этими величинами существует зависимость  $pn = 60f$ , определяющая  $n$ ; напр. при 50 пер/сек. и 1 паре полюсов число оборотов  $n = \frac{60 \times 50}{1} = 3000$

об/м., или, с учетом скольжения якоря, получается 2950 об/м. Мотор д. б. сухим, совершенно закрытым, с воздушным фильтром. Обычно мотор устанавливают в камере чистого воздуха, одна стена которой является фильтром (фиг. 10). Мотор  $a$  всасывает охлажденный воздух через фильтр  $b$  и выбрасывает его через нагнетательные трубы в машинное отделение; отсюда воздух попадает в исходящую вентиляционную струю; ( $c$ —дверь). Из второстепенных приспособлений, применяемых при



Фиг. 10.

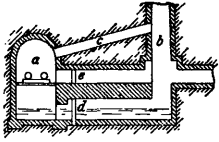
В. р., следует отметить сифоны и водоотливные ящики. Сифоном перекачивается вода из вышележащей выработки в нижележащую без применения насосов; работа сифонов регулируется автоматически или от ручного привода.

Водоотливные ящики как самостоятельный водоотлив обыкновенно применяются в шахтах с небольшим притоком воды; они могут оказывать существенные услуги в случае временного притока массы воды даже в шахтах, снабженных насосами. Когда рудничные насосы, вследствие ремонта, перестают работать, то клетки заменяются ящиками, сделанными из листового железа, и подъемом пользуются для отлива воды. Вместимость ящиков доходит до 5 м<sup>3</sup> и больше. Иногда ящики устраивают на колесах, чтобы можно было их вкатывать в клеть.

Материалом для изготовления труб служат гл. обр. чугун, железо и сталь. Хотя железные трубы изнашиваются быстрее чугунных (подвергаясь ржавчине и особенно разъеданию купоросными водами), но они легче выдерживают толчки и перемены давления; кроме того, они значительно легче чугунных (раза в 4, что имеет большое значение при висячих ставах). Трубы между собой соединяются фланцами, между к-рыми находятся свинцовые прокладки. Для предупреждения ржавления железных труб их асфальтируют или цементируют. Железные трубы применяются как сварные, так и маннесмановские (трубы без шва), а также и склепанные из отдельных листов. Стальные литые трубы, обладая преимуществами перед чугунными, дороги. Диаметр труб определяется по формуле  $Q = \frac{\pi d^4}{4} v$ , где  $Q$ — количество действительно подаваемой воды,  $v$ —скорость движения воды по трубам, ограниченная пределом в 2,5 м. При определении толщины стенок трубы  $e$ , кроме постоянно действующих усилий, следует принимать во внимание и гидростатические толчки. Одна из формул для определения  $e$ :  $e = 0,005 A_1 d + 0,007 m$  (чугунные трубы),  $e = 0,0013 A_1 d + 0,003 m$  (железные трубы), где  $A_1$ —давление в atm или  $A_1 = p - 1$ , где  $p$ —абсолютное давление в atm,  $d$ —внутренний диаметр трубы в м.

Насосные камеры. Подземные машины располагаются всегда вблизи шахты, в камерах, крепленных б. ч. кирпичом или бетоном. Давление фундамента передается стенкам шахты; отсюда ясна важность вертикальных машин для шахты. Машинные камеры делают в большинстве случаев с продолговатыми в плане проекциями, при чем длинная ось располагается вкrest простирания пластов: креп камеры испытывает меньшее давление. Если камера пройдена в слабых породах, то, при небольших и узких размерах ее, применяют электрические установки с центробежными насосами, к-рые занимают очень мало места. Площадь на 1 HP насоса принимается для центробежных насосов от 0,1 до 0,5 м<sup>2</sup> (большие цифры относятся к менее мощным машинам), а для поршневых насосов с паровыми машинами 1,75 м<sup>2</sup>. Для того чтобы предупредить затопление насосов, камеры устраиваются водонепроницаемыми с железобетонным креплением, а чтобы вода не проникала из окружающих пород, стены камеры обкладывают асфальтовым картоном со свинцовой бронировкой, при чем между стеной и породой

пространство толщиной в 25 см заполняют золой с тощим бетоном, который одновременно служит для уменьшения давления пород и вследствие своей пористости — для отвода вод. Водонепроницаемость достигается также оштукатуркой стен камеры цементом с различными флюатами, например перезитовой изоляцией, изготовляемой у нас на перезитовом заводе в Харькове. Как показали опыты, слой такой изоляции в 30 мм толщины, помимо водонепроницаемости, выдерживает давление в 6 atm. На фиг. 11 изображена подземная насосная



Фиг. 11.

камера *a*, где *b* — шахта, *c* — гезенк запасный, *d* и *e* — перемычки для изолирования камеры. В последнее время при В. р. пользуются напором свободной падающих вод с одного горизонта на другой, направляя эти воды, напр., во всасывающую трубу центробежных насосов (патент Миленевского) или в пельтоново колесо для целей подземного освещения и т. п.

Общий порядок откачки воды из подземных выработок. При откачке воды в новых шахтах с нескольких горизонтов является вопрос, откачивать ли всю воду с нижнего горизонта или с каждого горизонта отдельно. Сборный водоотлив м. б. только там, где порода пориста и проницаема для воды, тогда вода сама собой попадет вниз; центральный водоотлив выгоднее отдельных; так, напр., если спроектированные водоотливы всех шахт Вестфальского бассейна просуммировать, то на этот водоотлив достаточно было бы  $\frac{1}{3}$  существующих там машин. При большой производительности насосы можно разделить на отдельные серии: при порче одной серии другая может продолжать работать; однако при паровой энергии оказывается невыгодным группировать большие агрегаты, если они работают с меньшим количеством оборотов и с перерывами. При водоотливе с нескольких горизонтов часто подъемная труба нижнего главного насоса подает воду на известную высоту (около 300—600 м) следующему главному насосу; этот последний подает воду третьему главному насосу и т. д.; таким образом, главный верхний насос должен перекачивать  $Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$ . Если боковых притоков воды нет, то каждый стоящий выше став рассчитывают на 5% менее нижестоящего.

Экономич. расчеты В. р. Расход энергии на главный водоотлив определяется по нижеследующей формуле:

$$HP = \frac{q_1 \cdot 1000 \cdot H(1+\beta)}{75 \cdot 3600 \cdot p \cdot e_1 \cdot k \cdot \eta}$$

где  $q_1$  — число м<sup>3</sup> выкачиваемой воды в час,  $H$  — глубина в м,  $\beta$  — коэффициент водянных труб (0,1—0,15; для определения  $\beta$  лучше всего пользоваться ф-лой  $\beta = 0,0016v^2 \frac{1}{d}$ , получая потерю в виде высоты водяного столба);  $p$  — отдача насоса в % от теоретической (60%);  $e_1$  — механич. КПД мотора (0,85—0,87);  $k$  — КПД питательного кабеля (0,95);  $\eta$  — механич. КПД генератора (0,82—0,85);

$n$  — число часов работы насосов, или  $q_1 n = Q$ ;  $Q$  — число м<sup>3</sup> выкачиваемой воды в день.

В. р. должен обходиться дешево, иначе предприятие становится невыгодным; поэтому всегда следует использовать гидравлическую силу водоотлива с целью его удешевления для надобностей рудника. В угольных шахтах в 200—250 м глубины, со средним притоком воды, можно считать, что водоотлив ложится на себестоимость угля от 6 до 1 коп. на 1 т добытого угля; при этом насос следует рассчитывать для тройного нормального притока воды, а резервуар — емкостью на 12-часовой приток, дабы иметь возможность производить необходимый ремонт. Иногда стоимость водоотлива относят к 1 насосной Р, под которой понимают выражение  $Р = \frac{1000QH}{75}$  ( $Q$  — в м<sup>3</sup>/сек,  $H$  — в м).

На оценку водоотлива и предприятия влияет количество воды, высота напора, место входа воды и количество поднимаемой воды на единицу добычи; большие расходы на водоотлив могут компенсироваться большой добычей (выдачей ископаемого). Однако в данном случае играет значительную роль не только количество воды, но и способ входа ее в рудники. Неудобства эти, конечно, уменьшаются, если вода выходит из трещины, не мешающей работе. Обозначим через  $A$  затраты на капитальные сооружения (насосные камеры, машины, трубопровод и т. п.);  $p$  — коэфф., соответствующий размерам погашения (обыкновенно при 8% на капитал),  $C$  — годовой расход на трубопровод;  $M$  — годовой расход на действие машины (состоящий из % и погашений на капитал, расхода топлива, смазки и обтирочного материала — обыкновенно 0,0025 копейки на 1 kWh, ремонта — 2% от стоимости);  $P$  — годовой расход на плату обслуживающему персоналу; годовой расход на водоотлив тогда будет:

$$B = Ap + C + M + P.$$

При поднимании  $Q'$  м<sup>3</sup> воды в год стоимостью поднимания 1 000 м<sup>3</sup> воды на высоту 1 м выразится:  $k = \frac{1000B}{Q'(H-h)}$ , где  $h$  — высота в м соответственно потерям в трубопроводе.

Лит.: Белов В. И., Рудничный водоотлив, стр. 20—23, 39—369, Сталин, 1927; Бегоностроительный справочник, перевод с немецкого, стр. 246—248, М., 1927; Kegel K., Bergmännische Wasserwirtschaft, Halle, 1912; Kögler F., Taschenbuch für Bergu. Hüttenleute, В., 1924; Hoffmann A., Schacht-abteufen von Hand, Halle, 1911; Versluis J., Voruntersuchung und Berechnung der Grundwasserfangsanlagen, p. 9—10, München, 1921; Tiewes K., Die Wasserhaltungsmaschinen (Die Bergwerksmaschinen, В. 5), Berlin, 1916.

В. Белов.

**ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛИ.** 1. В. питательной воды на паровозах, приборы, использующие отработанный пар паровоза для подогрева питательной воды. Были произведены опыты использования теплоты отходящих газов для подогрева этой воды, но они успеха не имели. В настоящее время водоподогреватель, использующий отработанный пар, считается необходимой принадлежностью паровоза, и почти все новые паровозы снабжаются такими В.

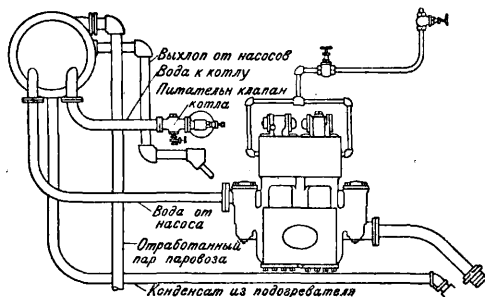
Опыт показал, что применение В.: 1) дает экономии в расходе топлива от 10 до 15%, при чем не только используется тепло отработанного пара, но повышается также

кпд котла, 2) уменьшает износ котла вследствие непрерывного питания его горячей водой и 3) уменьшает образование накипи в котле, так как минеральные примеси питательной воды оседают главным образом в В.

В. делятся на две группы: 1) п о в е р х н о с т н ы е, в которых пар и вода отделены друг от друга металлич. стенками труб, и 2) В. с м е ш е н и я, в которых вода нагревается от непосредственного соприкосновения с паром. Поверхностные В. имели наибольшее распространение, когда опасались смешивать отработанный загрязненный маслом пар с питательной водой; при установке маслоотделителей опасность загрязнения котла маслом устраняется.

В поверхностных В. конденсат, составляющий ок. 15% всего расхода воды, в настоящее время собирается в тендере для использования в качестве питательной воды, для чего В. ставится выше уровня воды в тендере.

В сист. В. Кайль-Потонье внутри труб помещается пар, снаружи — вода, при чем В. находится под малым давлением. Насос в этой системе В. как бы состоит из двух отдельных частей: 1) нижняя полость его всасывает воду из тендера и подает в В., находящийся под давлением в 1,5 atm, 2) верхняя полость его служит для перекачки воды из В. в котел, находящийся под давлением 16—17 atm. Этот тип В. вытесняется другой системой поверхностного В., в к-рой насос, забирая воду из тендера, перекачивает ее в котел через В.; последний находится под полным давлением котла. Фиг. 1 дает схему американского В. «Elesco» значительно упрощенного устройства. В. тоже трубчатый, но в нем вода протекает по трубам, а пар омывает трубы снаружи.

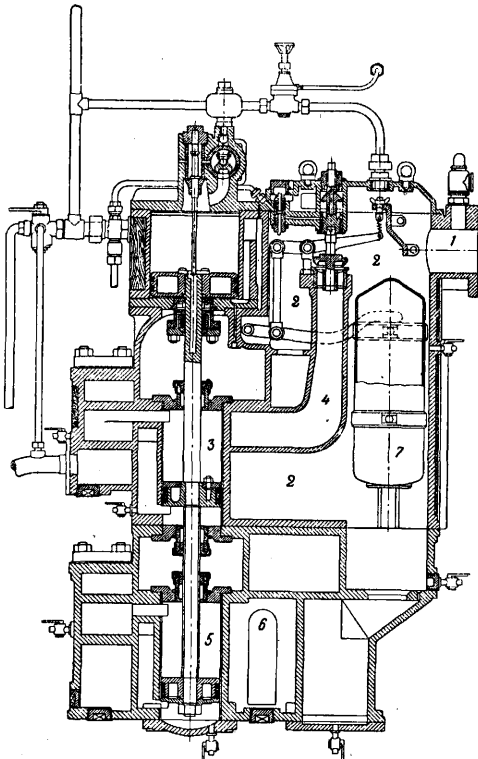


Фиг. 1.

При  $t^\circ$  отработанного пара  $105^\circ$  (соответствующей давлению 1,25 atm)  $t^\circ$  питательной воды доводится до  $85-100^\circ$ . Поверхность нагрева В. составляет  $\frac{1}{12}-\frac{1}{15}$  испаряющей поверхности котла. Производительность насосов, в соответствии с размерами В., выбирается от 150 до 400 л/мин.

На фиг. 2 показан В. смешения завода «Красный путиловец», установленный на паровозе серии «М». По трубе 1 отработанный пар поступает в камеру смешения 2, куда подается холодная вода из тендера верхним насосом 3 через канал 4. Нагретая паром вода притекает к нижнему насосу 5, которым через трубу 6 нагнетается в котел. Для регулирования притока и отвода воды в камеру смешения служит поплавок 7, дей-

ствующий через рычажную передачу на регулирующие клапаны. В. смешения системы «Дабег» отличаются тем, что плунжеры насоса приводятся в движение не паром, а от



Фиг. 2.

механич. привода, связанного с кривошипом колеса паровоза, благодаря чему упрощается вся конструкция.

В условиях мягкого климата все системы В. работают хорошо; при морозах, на стоянках, когда котел не питается водой, В. подвергается большой опасности быть замороженным. Для устранения этого конструкция В. должна давать возможность перегонять воду из тендера в тендер, без подачи в котел, и В. надлежит освободить полностью от воды. Стоимость В. с установкой 3 500—4 000 р. на паровоз. К водоподогревателям можно отнести также инжекторы, работающие отработанным паром. См. *Инжекторы*.

2. Водоподогреватели в различных отраслях промышленности см. *Экономизеры*.

Лит.: Дециуш Г. С., Подогрев питат. воды на паровозах и питат. паровоз. прибор системы Кайль-Потонье, СПб, 1914; Гриненко Р. П. и Сыромятников С. П., Подогрев питат. воды на паровозах, «Труды Научно-технич. к-та НКПС», вып. 10, М., 1925; Гриненко Р., Подогрев питател. воды на паровозах: типы подогревателей и результаты их испытаний, Москва, 1926; Сыромятников С., Результаты испытания водоподогревателей Кнорра, Борца и Вортингтона, Москва, 1926; Васильев Г., Подогрев воды и типы подогревателей для паровозов, Москва, 1926; Гринштейн Г. И., Инструкция по уходу за паровоз. водоподогревателями поверхностными (типа Кнорра) и смешения (типа Вортингтона). Полное руковод. по уходу и ремонту паровозных водоподогревателей, М., 1927; Инструкция по уходу за паровозным поверхност. подогревателем сист. з-да «Борца», М., 1926; P a r m a n t i e r M. A., Le réchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières-locomotives sur le réseau P. L. M., «Rev. gén. des chemins de fer», Paris, 1925, 2.

П. Красовский.

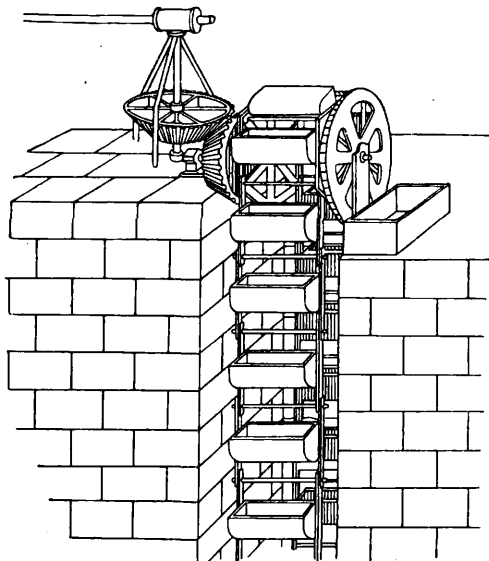
**ВОДОПОДЪЕМНАЯ СИСТЕМА** искусственного судоходства заключается в устройстве на реке последовательного ряда водоподъемных плотин, увеличивающих глубину реки в пределах распространения их подпора; там, где глубина эта становится малой и для судоходства недостаточной, ставят следующую плотину; таким образом получают последовательный ряд глубоких плесов, или бьефов, последовательно возвышающихся один над другим. Река получает название канализованной или шлюзованной. Переход из одного бьефа в другой производится через особо устроенные сбоку плотины камерные *шлюзы* (см.) или при помощи особых *судоподъемников* (см.). Т. к. пропуск судов через шлюзы сопряжен с расходом воды, то на реках с малым расходом применяют искусственное питание верхнего или водораздельного бьефа из особых водохранилищ посредством питательных (водопроводных) каналов, а иногда применяют механический подъем воды или перекачивание воды из нижнего бьефа в верхний; равным образом в шлюзах с большим падением стараются довести расход воды на пропуск судов через шлюзы до минимума путем устройства при шлюзах сберегательных камер или бассейнов.

Лит.: см. Плотины.

А. Зсеен.

**ВОДОПОДЪЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ** состоят из *насосов* (см.), *гидравлических таранов* (см.), *гидравтоматов* (см.), использующих падение водного источника для подъема части воды того же самого источника, и из водоподъемных колес. Последние представляют собой простейшие механические приспособления, применяемые для подъема воды главным образом в целях орошения небольших участков земли и очень редко в целях водоснабжения и осушения. Колеса приводятся в действие при помощи либо силы животных либо силы течения воды и очень редко при помощи механич. двигателей. В последнее время, с распространением разного рода насосных устройств, водоподъемные колеса сохранились только в практике сел. хозяйства. Простейшее из них—«чигирь», применяемый во многих засушливых местностях с примитивным сельским хозяйством, представляет собой устанавливаемое на берегу водоема деревянное колесо с прикрепленными к его окружности ведрами или черпаками, которые зачерпывают воду и, поднявшись вверх, опираются в подставленный жолоб. Высота подъема воды такого колеса незначительна—меньше диаметра самого колеса, к-рый редко превышает 4 м. В пределах СССР подобные В. м. наиболее распространены в дельте р. Волги, где служат для орошения огородов и садов. Некоторым видоизменением этого приспособления является «крымское» водоподъемное колесо, которое не имеет ведер, а вместо них—пустотелый обод, разделенный перегородками на отдельные камеры с боковыми отверстиями, через которые вода выливается в жолоб. Производительность водоподъемного колеса м. б. определена по ф-ле:  $Q = \lambda \frac{nz}{60} q$ , где  $Q$ —количество поднимаемой воды в м<sup>3</sup>/сек,  $n$ —число

об/м.,  $z$ —число ведер или перегородок,  $q$ —емкость ведра в м<sup>3</sup>,  $\lambda$ —коэфф. наполнения, или объемный кпд, равный 0,8—0,9. Более совершенный водоподъемный аппарат, так называемая «нория» (фиг. 1), служит для



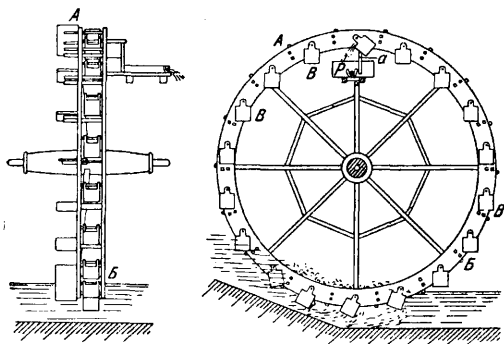
Фиг. 1.

подъема воды на высоту до 25 м. Нория состоит из чугунного колеса или барабана и стальных черпаков, соединенных между собой при помощи цепи из железных полос. Малые нории приводятся в движение одним или двумя рабочими, большие—конным приводом. В первом случае на валу барабана закрепляют чугунное зубчатое колесо, которое сцепляется с шестерней, соединенной с рукояткой; во втором случае движение передается посредством конич. зубчатых колес. Вода вытекает в жолоб внутри барабана, откуда стекает в лоток. Для подъема больших количеств воды применяют двухбарабанные нории с механич. приводом, помещающимся между этими барабанами. Нории чрезвычайно распространены в засушливых местностях Западной Европы, а также в Алжире, Тунисе и Египте. Перед войной 1914—1918 гг. они стали широко распространяться и в Крыму для орошения огородов и садов.

Водоподъемные колеса могут приводиться в движение автоматически в тех случаях, когда при их помощи поднимают воду из быстро текущих рек. В таких случаях колеса с прикрепленными к ним ведрами или черпаками снабжаются особыми лопастями, по к-рым ударяет быстро текущая вода и приводит их в движение. Колесо диам. ок. 4,5 м имеет 12 лопастей, на окружности колеса помещено 24 кувшина вместимостью по 7 л; при 4 об/м. колесо за 6 час. поднимает на высоту 3 м до 40 м<sup>3</sup> воды, что достаточно для орошения за 18 часов 1 га, а за лето—для обслуживания 12—15 га.

Более совершенными являются водоподъемные колеса типа Перроне с подвешенными черпаками или бадьями (фиг. 2). Между дощатыми кольцами, составляющими

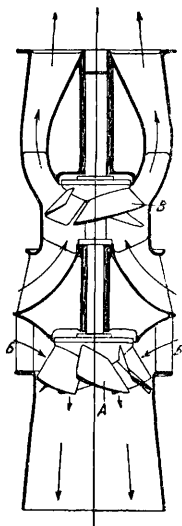
обод колеса *АВ*, подвешены черпаки *В*, *В* на горизонтальной оси, которую образуют железные болты, соединяющие два обода колеса. Во время вращения колеса



Фиг. 2.

черпак с водой находится постоянно в отвесном положении, и только достигая высшей точки, задевает за выступ *а*, прикрепленный к деревянному лотку *Р*. При этом черпак принимает наклонное положение и опорожняется; вода попадает в лоток, откуда вытекает по желобам. Такие деревянные колеса устраиваются обыкновенно диаметром в 5 м и применяются для подъема значительных количеств воды, достигающих 180 000 л/ч. Этими колесами можно орошать более 50 га садов и огородов.

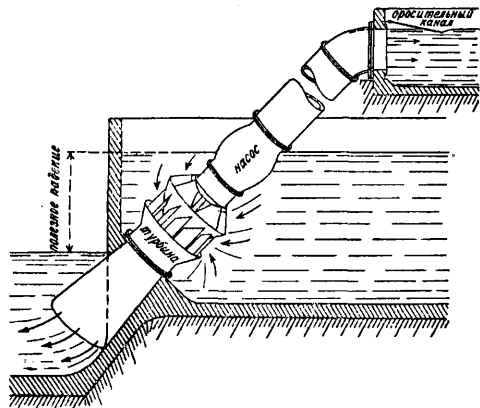
Эти самодействующие *В. м.* очень распространены в странах, где процветает искусственное орошение и где имеются потоки воды, протекающие со скоростью 1 м/сек и более. Их можно видеть в Туркменистане, Сибири, Индии, Китае и других засушливых странах. Особо больших размеров они достигают в С. Америке. Так, колесо, работающее в долине р. Гранд-Ривер в штате Колорадо, имеет около 10 м в диам., поднимает воду на высоту 9 м и орошает около 17 га плодового сада.



Фиг. 3.

В последнее время в Германии появилось *В. м.*, в котором падение воды использовано для приведения в движение насоса, подающего воду для орошения более высоко расположенных областей. Механизм (фиг. 3) со-

стоит из быстроходной турбины *А*, приводимой в движение водой с небольшим падением; вода из водоема входит через отверстие *Б* и падает на лопасти турбины. На одном валу с турбиной насажен насос *В*, который поднимает воду выше. На фиг. 4 показана установка этого механизма в Лигнице, в которой незначительное падение воды канала Одера использовано для поднятия воды на 1,5 м с целью орошения. Такое устройство рассчитано на приток 1500 л



Фиг. 4.

воды в секунду, из которых подаваться должно 450 л. Механизм этот может работать в вертикальном, горизонтальном и наклонном положении. Пуск в ход производится путем отодвигания заслонки. Коэфф. полезн. действия всей установки 55—75%.

Лит.: Рытель М. Ф., Приспособления для подъема воды, СПб, 1900; Скорняков Е. Е., Искусственное орошение небольших участков земель в крестьянском хозяйстве, ч. I, М., 1925.

**ВОДОПОДЪЕМНЫЕ СТАНЦИИ** предназначаются для добычания воды из источника и перекачки ее в водопроводную сеть. Основными принадлежностями *В. с.* являются: всасывающие и нагнетательные насосы, приводящие их в движение двигатели и трубопроводы. При проектировании *В. с.* необходимо определить количество подлежащей перекачке воды, суммарный подъем ее, а также продолжительность работы насосов в течение суток. При определении мощности станции берется средний суточный расход воды в месяцы наибольшего потребления с учетом всех потерь воды, а также и расхода ее на собственные нужды станции. Максимальные часовые расходы покрываются из запаса регулирующего резервуара (см. *Водонапорные резервуары*). Подъем воды (всасывание + нагнетание) определяется по разнице между высшим уровнем воды в резервуаре и нижним уровнем ее в источнике с учетом потери напора в трубах. Число часов работы станции выбирается в зависимости от степени неравномерности потребления воды и объема регулирующего резервуара. В больших городах наибольшее потребление воды происходит в течение 14—18 часов; этим определяется минимальная продолжительность работы станции и емкость резервуара. Обычно большие *В. с.* работают по возможности

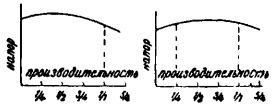
равномерно и непрерывно круглые сутки; резервуар наполняется ночью и регулирует часовые колебания расхода, отдавая запас днем. Малые В. с. работают 8—10 часов в сутки при резервуаре достаточной емкости.

При выборе числа насосов для подачи потребного суточного количества воды д. б. учтены: надежность, достигаемая постановкой запасных агрегатов; соразмерность, устанавливаемая выбором подходящей мощности каждого агрегата, и экономичность. В больших установках д. б. не менее двух запасных насосов для регулирования работы В. с. при капитальном и случайном ремонте. При основном электрич. оборудовании запасными агрегатами д. б. дизель-насосы или паровые насосы; мощность отдельных агрегатов выбирается в предположении, что каждый из них будет работать с полной нагрузкой и с наибольшим кпд. При переменной подаче насосы большой мощности могут оказаться менее выгодными, чем большее число насосов меньшей мощности, позволяющее комбинировать различную подачу. При выборе типа насоса д. б. учтено следующее: а) насосы по возможности д. б. ходового типа, для к-рых можно получить во всякое время запасные части к ним; б) конструкция насосов д. б. надежна и долговечна; в) кпд д. б. достаточно высок и постоянен при разных условиях работ; г) эксплуатация насосов д. б. наиболее выгоднейшей; д) вся насосная установка д. б. приспособлена для различных возможных условий работы; в этом отношении выгоднее насосы разной производительности.

Насосы подразделяются на поршневые, плунжерные, центробежн., турбинные, пневматические и на другие специальные, редко применяемые типы. Объемные насосы имеют разнообразную конструкцию. Достоинства этих насосов: высокий коэфф. полезного действия (до 0,84), остающийся постоянным при разных условиях работы, долговечность, надежность, возможность регулировки подачи и напора (путем изменения числа оборотов). Недостатки: высокая стоимость, большая занимаемая площадь, большой вес, трудность соединения с электромоторами и двигателями внутреннего сгорания, порча песком, который находится в воде, восприимчивость к гидравлич. ударам. Центробежные насосы, работа к-рых основана на превращении живой силы воды в статическое давление, находят большое применение в водопроводном деле. Кпд этих насосов не постоянен, и данный насос имеет максимальный кпд при определенном числе оборотов и определенном напоре, для которого и рассчитывается насос. При напорах больших расчетного подача насоса уменьшается, кпд также сильно падает; при недопустимо высоких напорах подача совсем прекращается. При напорах меньших расчетного подача хотя и увеличивается, но кпд уменьшается и расход энергии растет. Поэтому центробежные насосы должны всегда работать при расчетных данных. Параллельная работа центробежных насосов возможна лишь в том случае, когда характеристика их имеет вид, указанный на фиг. 1, т. е. если напор при закрытой за-

движке выше напора при нормальной подаче; при характеристике же, изображенной на фиг. 2, когда напор при закрытой задвижке ниже напора при нормальной подаче, одинаковые напоры соответствуют двум разным производительностям, и параллельная работа насосов невозможна.

Центробежные насосы разделяются на насосы низкого давления—до 30 м, средних—до 70 м и высокого—выше 70 м водяного столба. Для малых напоров насосы строятся с одним колесом, для больших напоров применяются многоступенчатые турбины и насосы. Преимущества центробежных насосов сравнительно с поршневыми: а) малая первоначальная стоимость и малые эксплуат. расходы; б) простота конструкции, малый вес, небольшие размеры занимаемой площади; в) возможность прямого соединения с электромоторами и быстрходными двигателями; г) невосприимчивость к гидравлическим ударам, возможность работы при закрытой задвижке, возможность подачи засоренной воды с песком и пр.; д) параллельная работа для увеличения подачи и последовательная—для увеличения напора. Недостатки: а) малый кпд—70—80%; б) малые пределы регулирования подачи и напора и необходимость работы при постоянных условиях; в) необходимость заливки водой при пуске; г) опасность развития большой подачи и перегрузки двигателя при порче напорной линии; д) возможность обратного хода при остановке напорной воды в нагнетательной линии.



Фиг. 1. Фиг. 2.

В обычных условиях применяются горизонтальные центробежные насосы. Для глубоких колодцев применяются вертикальные центробежные насосы, опускаемые в шахту или трубу колодца на глубину стояния воды; они приводятся в движение мотором, расположенным наверху шахты и соединенным с насосом вертикальным валом (тип Фарко). Для извлечения воды из глубоких колодцев (артезианских скважин) применяются пневматические водоподъемники—аэролифты (см.), действующие посредством сжатого воздуха, вдуваемого в скважину на большой глубине и выбрасывающего из скважины смесь воды и воздуха. Системы пневматич. водоподъемников различаются между собой по конструкции, но в общем состоят из воздушной трубы, опущенной в скважину ниже динамич. уровня воды в ней (равного 2,25 высоты подъема) и помещаемой в центре или сбоку водяной трубы. Кпд аэролифтов 25—33%. Достоинства: а) большая продуктивность; б) простота конструкции—отсутствие движущихся и трущихся частей, простота ухода и дешевизна эксплуатации, надежность действия; в) аэрация воды, что имеет значение в артезианских водах для выделения из них железа и марганца, хотя отложения солей железа могут вызвать ржавление труб. Недостатками пневматич. водоподъемников являются: а) низкий кпд, неравномерность подачи; б) невозможность горизонтального

перемещения воды, благодаря чему требуется двойная перекачка ее—сначала в резервуар, а из него в сеть.

Двигателями для насосов В. с. являются паровые машины, паровые турбины, двигатели внутреннего сгорания и электромоторы. Паровые машины тендем-компаунд и тройного расширения с перегретым паром с конденсацией, с клапанным парораспределением, с числом оборотов до 60 в минуту применяются при поршневых и плунжерных насосах, непосредственно соединенных с машиной. Преимущества паровых машин: легкая регулировка числа оборотов и давления и возможность экономичной работы при изменяющихся условиях подачи воды, надежность действия и длительность службы. Недостатки: дороговизна, большие размеры занимаемого места (с котлами), дорогая эксплуатация. Паровые турбины применяются для насосов большой мощности. Насосы в большинстве случаев соединяются с турбиной шестеренной передачей, уменьшающей число оборотов насоса до той величины, которая дает наибольший кпд. Преимущества турбины перед паровыми машинами: меньший расход пара (на 25%), малые размеры турбины и занимаемой ею площади, простота и вместе с тем надежность конструкции, дешевая стоимость эксплуатации и ремонта, удобство соединения с центробежными насосами.

Для насосов большое применение получили дизеля. Насосы соединяются с дизелями ременной или шестеренной передачей. При больших мощностях шестеренные передачи громоздки, а ременная требует применения специальных широких ремней с натяжными приспособлениями типа Леникс. Дизеля имеют высокий кпд и малый расход топлива, могут быть быстро пущены в работу и занимают меньше места, чем паровые машины с котлами. Термическ. кпд разных двигателей:

Дизель	32,0—35,3
Газовый двигатель	18,0—27,5
Паровая турбина до 2000 IP	10,6—16,2
Паровая машина	9,1—15,4

Электродвигатели применяются при центробежных насосах, помещаемых на одном валу, реже—для быстроходных плунжерных насосов. Электродвигатели ставятся переменного тока, реже—постоянного. Двигатели переменного тока—синхронные и асинхронные, с постоянным числом оборотов, высокого (2 000—6 000 V) и низкого (220 V) напряжения. Преимущества электромоторов: а) малая первоначальная стоимость; б) малые эксплуатационные расходы; в) незначительность занимаемого места; г) удобство соединения с центробежными насосами. Недостатки: а) постоянство числа оборотов при переменном токе; б) ненадежность электрической установки, требующей наличия в виде запаса другого рода двигателей; в) необходимость ставить двигатель на максимальную нагрузку насоса; г) порча от сырости и пыли.

В. с. устраивают вблизи источника, при реках—на высоком незатопляемом берегу. Насосы, забирающие воду из источника, располагают на таком уровне, чтобы высота

всасывания не превышала 5-6 м. Это достигается помещением насосов в случае необходимости ниже уровня земли—в подвалах, в шахтах. При очистке воды вводится двойная перекачка: из реки—на очистительные сооружения и из сборного резервуара чистой воды—в сеть или водонапорную башню. В этом случае насосы первого подъема ставят внизу, в подвале машинного здания, а второго—наверху, на уровне земли.

Всасывающий трубопровод д. б. по возможности коротким и достаточного диаметра для уменьшения потери напора. Трубы должны идти повышаясь к насосам; так как скопление воздуха во всасывающей трубе может прекратить действие насоса, то соединения труб делают воздухонепроницаемыми; на всасывающей трубе устанавливают воздушный клапан, а выделяющийся из воды воздух должен удаляться особым вакуум-насосом. На нагнетательных трубах также ставят воздушный клапан для предохранения от гидравлических ударов и, кроме того, обратный клапан. Всасывающие и нагнетательные трубы соединяются с насосами задвижками. Все трубы обычно помещаются в особых галлереях. Насосы должны быть присоединены ко всем трубопроводам на случай порчи одного из них. Для учета воды на нагнетательной линии у каждого насоса ставят водомер Вентури, а также манометр и вакуумметр для показания давления и всасывания.

Помещение насосной станции д. б. нестараемое: кирпичное или железобетонное, с нестараемой крышей; полы, для чистоты, устраивают плиточными. Здание д. б. хорошо освещается и вентилируется. Расположение двигателей и насосов должно давать возможность удобного их обслуживания. Все управление паровыми вентилями, водяными задвижками и электрич. приборами необходимо сосредоточивать у машины, равно как и все приборы, показывающие работу машин. Для паровых установок рядом с машинным зданием устраивают котельную. При дизелях строят помещения для нефтяных и масляных баков. Нефтяные резервуары на дворе станции, в противопожарных целях, обносят земляным валом. При электроснабжении устраивают помещение для трансформаторов и для приборов тока высокого напряжения. При станции должно быть служебное помещение и ремонтная мастерская.

Особое устройство имеют станции пневматич. водоснабжения. Вода, добываемая из скважины аэролифтом или насосом, накачивается в герметически закрытый железный резервуар, соединенный сверху с таким же резервуаром, наполненным воздухом при известном давлении. Из резервуара вода выходит под давлением в разводящую сеть труб. Давление воздуха должно быть вдвое больше требуемого напора в сети. Накачивание воздуха в резервуар и пополнение его по мере израсходования производится воздушным компрессором. Пневматическая станция удобна для водоснабжения небольших городов, так как она не нуждается в водонапорных башнях и является простой и удобной в эксплуатации.

При электронасосах применяются особые автоматические приспособления для пуска и остановки моторов в зависимости от падения или повышения давления в резервуаре; это еще более упрощает эксплуатацию, делая ненужным постоянное пребывание на станции машиниста.

Лит.: См. Водоснабжение.

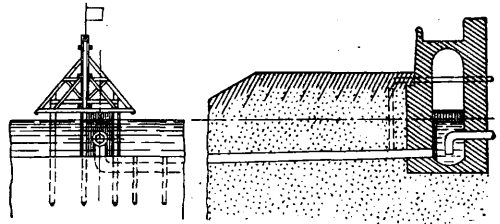
Н. Гуцни.

**ВОДОПРИЕМНИКИ**, сооружения, предназначенные для захвата воды из открытых источников. В. на реке располагают в наименее загрязненной части ее, вдали от заселенных мест. Выше В. река должна быть также предохранена от загрязнения поселениями, фабриками и предприятиями; местность в районе реки и ее притоков выше В. составляет так назыв. санитарную охранную зону. В. устраивают в самом глубоком месте реки, у стрежня. При размываемом русле реки берега реки выше В. укрепляют и сечение реки суживают путем устройства против водоприемника полузаград (Рублевская станция московского водопровода) для воспрепятствования отложению у В. наносов песка, могущих занести его отверстия.

На реках СССР часто наблюдается явление так наз. донного льда и сала, которые могут при известных условиях нарушить действие В., как это было в Петербурге в 1914 г. В период ледостава, в начале зимы, при  $t^{\circ}$  воздуха ниже нуля и при отсутствии ледяного покрова вода переохлаждается и переходит в кристаллическое состояние по всей своей толще до дна реки, при чем могут образоваться донный лед на дне реки и сало между дном и поверхностью воды. Такое состояние воды в реке крайне опасно для В., т. к. наносы льда могут закупорить его отверстия. Для борьбы с донным льдом у В. надо своевременно прочистить узкий канал, через к-рый и проносятся с большой скоростью донный лед и сало. Для предупреждения и для устранения закупорки отверстий В. донным льдом применяют обогревание места приема воды паром или электрич. током. В последнее время для этой цели с успехом применяют как термитные бомбы, дающие огромное количество теплоты при сгорании, так и сжатый воздух. Для борьбы с донным льдом достаточно поднять темп-ру воды на  $0,001^{\circ}$  выше нуля. В. должен быть предохранен от попадания в него мусора из реки и должен допускать возможность очистки от сора и муты. Размеры окон В. должны быть рассчитаны на скорость воды ок. 150—200 мм/сек. Площадь окон д. б. по крайней мере в три раза больше площади всасывающих труб. При мутной воде площадь решеток рекомендуется брать в десять раз больше, а при менее мутной—в пять раз больше площади сечения всасывающ. труб. В малых водопроводах всасывающая труба может оканчиваться в реке колоколом.

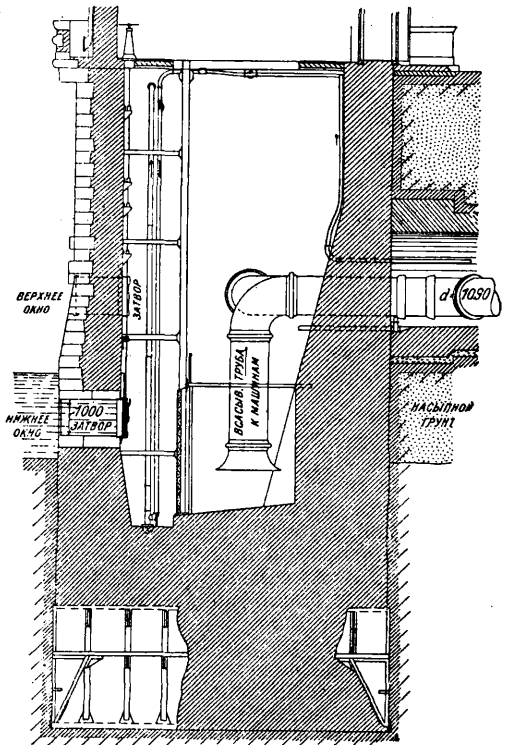
Конструкция В. на реках крайне разнообразна и зависит от характера реки, ее берегов, дна и климатическ. условий. Наиболее простым типом В. является В. парижского водопровода на Ивре. Этот В. устроен в виде трубы диам. в 1 м, расположенной на 1 м выше дна реки с загибом конца вдоль ее течения. Вода из трубы поступает в колодец в береге, откуда и всасывается насосами

станции (фиг. 1). Вместо трубы река соединяется со всасывающим колодцем каменной или деревянной галереей. Иногда для грубой очистки воды конец этой галереи снабжают фильтром из гравия, помещенного



Фиг. 1.

внутри свайного заграждения, обсыпанного камнем. При переменном уровне воды в реке приемник устраивают в виде трубы, подвешенной на поплавке и соединенной с неподвижной частью шаровым шарниром. При крупных водопроводах устраивается башня с окнами на разных уровнях. Примером крупного В., на 250 000 м<sup>3</sup> воды в сутки, является приемник Рублевской станции московского водопровода (фиг. 2, размеры в мм).

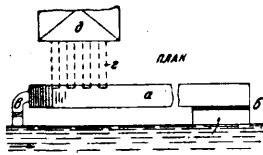


Фиг. 2.

В. этот расположен у крутого правого берега Москвы-реки и выступает в реку на 3 м. Основанием ему служит кессон, площадью 230 м<sup>2</sup>, на к-ром возведены каменные стены приемника. Приемник разделен на две самостоятельные половины, что позволяет производить его чистку без остановки действия В. Приемник сообщается с рекой двумя расположенными один над другим рядами

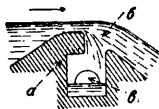
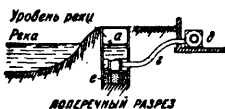


окоп. В межени период вода поступает через нижние окна, в период паводка—через верхние окна. Окна снабжены решетками для преграждения доступа с реки крупных плавающих предметов. Решетки у окон сделаны подвижными и поднимаются системой кранов для их очистки. В верхней части В. устроены механизмы для открывания шиберов отверстий и поднимания сеток и поставлены краны на случай ремонта. Осадки из приемника удаляются эжекторами Кертинга. В колодец приемника опущены всасывающие трубы насосов diam. 1 000 мм и 1 200 мм. Для предохранения от заноса приемников песком и донным льдом устраивают особые бассейны, соединенные с рекой каналами и служащие также отстойниками. В эти бассейны опускают всасывающие трубы. Хорошим водоприемным бассейном является траншея со шпунтовыми стенками, которая устроена в береге реки параллельно ее течению. На фиг. 3 показана схема устройства В. с каналом:



Фиг. 3.

а—закрытый канал, б—грубая решетка, в—промывная труба, г—всасывающ. трубы, д—насосная станция, е—осаждение. Значительные размеры



Фиг. 4.

сечения траншеи дают возможность оседать взвешенным частицам, решетка же препятствует попаданию в В. крупных плавающих частей. Другой тип приемника приведен на фиг. 4, где а—каменная плотина, б—прорез, перехватывающий часть потока, в—подвод к насосной станции. Приемные трубы делают чугунные, с достаточно большим сечением для уменьшения потери напора.

В. на озере устраивают в наименее загрязненном месте его, возможно дальше от берега. Водоприемные отверстия располагают на разной глубине в зависимости от низшего уровня воды в озере и с учетом толщины льда. Всасывающие отверстия трубы д. б. на расстоянии до 600 м от берега и на глубине не менее 6—10 м; д. б. учтено и действие волн (на глубине больше 12 м влияние волн незначительно). В. на Боденском озере расположены: в Мюнстерлинге—в 582 м от берега, на глубине 34 м, в Констанце—в 400 м от берега, на глубине 40—50 м. Приемник в Констанце представляет собою железную трубу диаметром 450 мм, уложенную по дну на прокладках. Всасывающая головка трубы, снабженная сеткой, укреплена на железной ферме и соединена с трубой шаровым шарниром. При переменном уровне воды всасывающий конец трубы может подниматься и опускаться на шарнире при помощи лебедки. В. в Буффало (Америка) построен на берегу, на расстоянии 1 300 м от озера, в виде бетонного колодца,

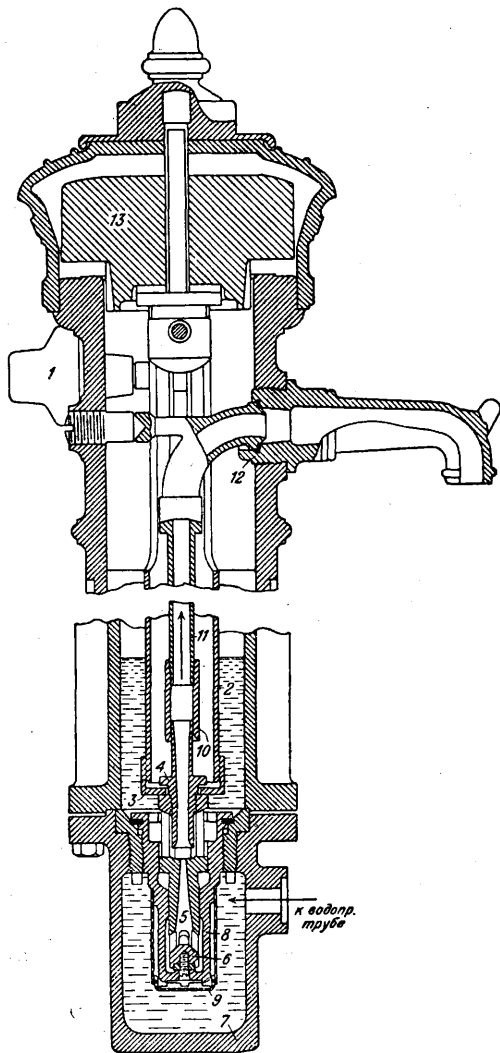
соединенного с озером бетонным же тоннелем под дном озера (длиною 2 000 м) и вне озера (1 300 м). Конструкция В. зависит от местных условий, и выбор ее представляет одну из основных задач при постройке водопровода. Иногда в В. устраивается насосная станция первого подъема, что значительно улучшает работу всасывания.

Лит.: См. *Водоснабжение*.

Н. Гуцин.

**ВОДОПРОВОД**, система сооружений, имеющая своим назначением доставку воды с одного места на другое. В. охватывает все приспособления, к-рые необходимы как для осуществления системы водоснабжения, так и для эксплуатации ее: водоемы, водоподъемные механизмы, водопроводную сеть (трубопроводы), водомерные приборы и т. д. См. *Водоснабжение* и *Водомеры*.

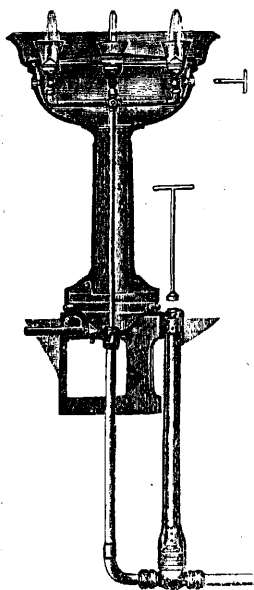
**ВОДОРАЗБОРНЫЙ КРАН**, служит для отпуска воды на улицах, площадях и других общественных местах. Самой древней фор-



Фиг. 1.

мой водоразбора являются фонтаны (Париж, старинные германские города), пред-

ставляющие в большинстве случаев художественное украшение города. Современный водоразборный кран устраивают в виде чугунной колонки (фиг. 1), надземная часть которой имеет выпускной отвод (носик) для отпуска воды и рукоятку для пуска В. к. в ход. В подземной части, ниже глубины промерзания (до 3 м в холодных районах), корпус водоразборной колонки соединяют с уличной водопроводной трубой, и в том же месте помещают эжектор с клапаном для пуска воды. Чтобы привести в действие В. к., поднимают рукоятку 1, последняя поднимает трубу 2, проходящую по всей высоте колонки. На нижнем конце этой трубы наверх фланец 3, который захватывает эжектор 4—5, снабженный клапаном 6. Коробка 7 соединена боковым отверстием с водопроводной трубой и всегда наполнена водой под давлением в сети. При открытии клапана 6 вода из коробки 7, пройдя сетку 9, устремляется через отверстия гнезда 8 в эжектор. Эжектор прежде всего засасывает воду, к-рая стекла после предыдущего действия крана в пространство между корпусом колонки 10 и трубой 2, а затем подает как эту воду, так и воду из водопроводной трубы по трубе 11 в выпускной отвод 12. Во время действия крана рукоятка держится в поднятом состоянии.



Фиг. 2.

При опускании рукоятки груз 13, укрепленный на верхнем конце трубы 2, опускает последнюю вниз. Труба 2 при опускании двигает вниз эжектор 4—5 и закрывает клапан 6, прекращая таким образом доступ воды из водопроводной сети. Оставшаяся в подающей трубе 11 вода через боковые отверстия эжектора 4—5 сливается в пространство между корпусом водоразборной 10 и трубой 2 и заполняет это пространство на небольшую высоту, оставаясь здесь до след. открытия пусковой рукоятки, когда эта вода опять всасывается эжектором.

Водоразборная колонка ставится на отрожке уличной трубы, обычно у тротуара, вблизи водостока для возможности отвода излишне выливающейся воды; от водопроводной трубы колонка отделяется вентилем, позволяющим выключать ее для ремонта. За границей для питья широко распространены гигиенические колонки с постоянной струей воды (фиг. 2), исключающие необходимость пользования посудой для питья.

Кроме т. н. ручных колонок для отпуска воды в ручную посуду, устраиваются бочечные водоразборники, отпускающие воду в большом количестве в бочки. Кроме того, в горо-

дах ставятся специальные колонки для водопоя скота с индивидуальным отпуском воды для каждой головы в отдельности, а также колонки для поливки улиц, садов и скверов. В малых городах, без канализации, отпуск воды населению производится почти исключительно через водоразборные колонки. Неудобство их—трудность учета потребления воды и взимания платы за нее. Для устранения этого неудобства необходима конструкция автоматического водоразборного крана, могущего отпустить определенное количество воды при опускании в него монеты или специальной марки.

Лит.: см. *Водоснабжение*.

Н. Гуцин.

**ВОДОРОД**, Н, химич. элемент, порядковый номер 1; ат. в. 1,008 (1,00775). Раньше ат. вес водорода принимался за единицу; в этом случае ат. в. кислорода приходилось считать равным 15,879 и ат. в. многих др. элементов выражать смешанными числами, что оказалось неудобным для стехиометрических вычислений; поэтому в настоящее время для ат. веса кислорода принято целое число 16; в связи с этим ат. вес В. оказался равным 1,008. В последнее время дробную часть ат. веса В. стараются объяснить *релятивистским эффектом* (см.). Независимо от этого последние завоевания в области теоретической химии и физики подтвердили высказанную еще в самом начале 19 в. Прюитом гипотезу, что В. является тем простейшим элементом, из которого построены все остальные химические элементы. Действительно, атомы В. выделяются наравне с атомами гелия при радиоактивной и искусственной дезинтеграции многих химических элементов (опыт Резерфорда и его учеников, см. *Атомная теория и Радиоактивность*), с выделением в некоторых случаях весьма значительных (относительно) количеств энергии. Эта роль В. в образовании остальных химических элементов соответствует его распространенности во Вселенной: спектры всех светил, в том числе солнца, содержат линии водорода, и многие из светил состоят, повидимому, исключительно из скоплений раскаленного газообразного водорода.

**Физические свойства** [1, 3, 4]. В.—бесцветный газ без вкуса и запаха; он является наиболее легким из всех известных по настоящее время веществ: В. в  $14\frac{1}{2}$  раз легче воздуха и в 16 раз легче кислорода. Один л В. на широте  $45^\circ$  весит при нормальных условиях  $0,089871 \pm 0,000005$  г;  $t_{кип.} = -252,7^\circ$ ;  $t_{пл.} = -259,1^\circ$ ;  $t_{крит.} = -239,9^\circ$ ; крит. давл. 12,8 Атм; крит. плотность  $0,531$  г см $^{-3}$ ; уд. в. В. при  $t_{кип.}$  0,07081 (по отношению к воздуху); коэффициент расширения В. 0,0036613 при 760 мм давления между 0 и  $100^\circ$ ; теплопроводность 0,0322 при  $-252^\circ$  (Eucken), 0,4994 при  $100^\circ$ , 0,445 при  $40^\circ$  (Kundt und Warburg); удельн. теплота при  $15^\circ$  равна 14,5 джоулей на грамм-атом, при  $t^\circ$  от 0 до  $2500^\circ$  равна 2,89 (с); молекулярная теплота 5,82 (при  $t^\circ$  0— $2500^\circ$ ); скрытая теплота испарения при  $t_{кип.}$  равна 0,450 килоджоулей на грамм-атом; скорость звука в В. — около 1 270 м/сек при  $0^\circ$  (Dulong). При обыкновенной  $t^\circ$  водород является газом совершенным (см.). Коэффициент диффузии водорода по отношению к кислороду  $= 0,677$  см $^2$  сек $^{-1}$  при  $0^\circ$  и 760 мм;

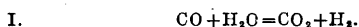
1 г водорода при 0° и 760 мм занимает объем в 11,176 л. Вес атома водорода (по Спирингу), во всяком случае, не превышает 2,5 десятибillionных частей г; вязкость В. при 20° равна  $88,7 \times 10^{-6}$  пуаз; поверхностное натяж. при  $t^{\circ}_{\text{жип.}}$  равно 1,91; показ. преломл. для линии Hg 5790 Å при  $t^{\circ}_{\text{жип.}}$  равен 1,197. В. оказывает прохождению электрич. искры меньшее сопротивление, чем кислород, азот воздуха и окись углерода. В. воде В. растворим очень мало: при 0°—24° 100 объемов воды растворяют 1,93 объемов В. Древесный уголь сгущает В. на своей поверхности; при чем 1 см<sup>3</sup> угля адсорбирует (при 0°) 1,5 см<sup>3</sup> В. В. может проникать через пористые тела при обыкновенн.  $t^{\circ}$ ; через платину, палладий и железо—при  $t^{\circ}$  красного каления; при  $t^{\circ}$  ок. 1300° В. диффундирует даже через стенки трубок из плавляемого кварца; В. диффундирует через пористую стенку глиняного сосуда со скоростью в 4 раза больше, чем кислород. Различные металлы, находясь в атмосфере водорода, поглощают В. и отдают его обратно лишь при повышении  $t^{\circ}$ ; на холоду это поглощение незначительно, при красном калении—весьма значительно; этой окклюзии и ей, или растворимостью, В. в металлах объясняется тот факт, что В. может проникать через металлы; легче всего водород проникает через палладий; прокаленные листочки палладия поглощают 376 объемов В. при обыкновенной  $t^{\circ}$ , 643—при 97°; при этом интересно, что в вакууме металлы не отдают обратно водорода, но выделяют его лишь при  $t^{\circ}$ , близкой к красному калению. Поглощение В. металлами зависит также и от состояния металла: металлч. порошок в большинстве случаев поглощает больше В., чем сплавленный, вальцованный или кованный металл. Процесс поглощения В. металлами сопровождается выделением значительного количества тепла. Жидкий В. представляет собой прозрачную бесцветную жидкость с незначительным поверхностным натяжением. Критическая  $t^{\circ}$  водорода 239,9°, критическое давление 12,8 Атм. Жидкий водород не проводит электричества, его теплота испарения около точки кипения равна 200 cal; удельная теплота 6,4; атомный объем при точке кипения 14,3 см<sup>3</sup>, а плотность 0,07. При действии на газообразный В. вольтовой дуги между вольфрамовыми электродами или при пропускании В. через зону электрического разряда молекулярный водород диссоциирует на атомы особенно активного *атомного водорода* (см.), соединяющиеся обратно в молекулы Н<sub>2</sub> с выделением значительного количества тепла (ок. 100 000 cal).

**Химич. свойства** [1,3,4]. При обыкновенной  $t^{\circ}$  В.—мало активный элемент, соединяющийся только с фтором (с к-рым реагирует даже при  $t^{\circ}$ —210°) и с литием. При нагревании В. с щелочными, щелочно-земельными и (кроме магния и бериллия) металлами и с теми металлами редких земель, которые отличаются более основным характером, образуются *гидриды* (см.) этих металлов, напр.: КН, СаН<sub>2</sub>, LaН<sub>3</sub>. В гидридах щелочей (напр. в LiН) В. функционирует как анион, а не как катион. С хлором В. в темноте при комнатной  $t^{\circ}$  соединяется

лишь крайне медленно, но если смесь одного объема водорода с одним объемом хлора осветить химически активными лучами, то оба газа соединяются со взрывом. С другими галлоидами и с элементами кислородной группы В. реагирует лишь при более высоких  $t^{\circ}$ . Смешанный с кислородом в отношении 2 : 1, В. образует гремучую смесь, сгорающую при поджигании или пропускании электрич. искры с сильным взрывом. При сгорании 2,02 г В. с 16 г кислорода выделяется 68 360 cal. Скорость распространения взрыва гремуч. газа равна 2 500 м/сек. Мелко раздробленная платина может воспламенить смеси водорода с кислородом или воздухом. С азотом В. соединяется лишь крайне медленно: даже при красном калении скорость реакции чрезвычайно мала; но и при дальнейшем повышении  $t^{\circ}$  условия равновесия обратимой реакции соединения В. с азотом таковы, что значительной концентрации NH<sub>3</sub> в смеси реагирующих газов не образуется (см. Аммиак, П о л у ч е н и е с и н т е т и ч. А.). На растворы серебряных солей и на хлористую платину В. действует восстанавливающим образом уже при давлении в одну Атм; при повышенном давлении В. восстанавливаются также и другие металлы из их солей (например Hg из соли закисной ртути). При высокой  $t^{\circ}$  В. восстанавливает весьма многие неорганические соединения: окислы, сернистые соединения и др. При высоких давлениях и температурах В. восстанавливает, как показал В. Н. Ипатьев и его школа, целый ряд солей при действии в водных растворах. В присутствии некоторых металлч. катализаторов, в особенности Ni, Со, а также некоторых металлических окислов, водород обладает способностью гидрировать при нагревании (см. *Гидрирование*) непредельные, ароматич. соединения, а также восстанавливать и другие органические соединения (Сабатье и Сандерен, Ипатьев). В присутствии коллоидальных Pt и Pd целый ряд аналогичных процессов протекает также и на холоду (Paal Skita, Willstätter, Фокин, Зелинский). Под действием α-лучей эманации или электрического разряда при пониженном давлении В. переходит с одновременным уменьшением своего объема в активный В. Активный В. способен непосредственно соединяться с серой и фосфором и восстанавливать As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и KMnO<sub>4</sub>.

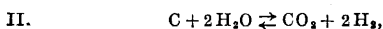
**Получение В. в технике.** Наиболее простые методы добывания В. являются в то же время при осуществлении в технике наименее рентабельными; поэтому их применяют лишь в условиях военного времени; к таким методам относится получение В. при действии кислот на металлы, при действии едких щелочей на алюминий, цинк или ферросилиций (силикол) и др. Военная техника выработала целый ряд методов и препаратов (гидрогенит, гидролит, амальгама алюминия, гидрон, или сплав натрия со свинцом), которые удобны для транспорта и дают возможность легко и быстро в полевой обстановке добывать В. для целей воздухоплавания при помощи передвижных установок. Но техническ. добывание В. для промышленных целей во много раз превышает

потребность В. для военных нужд и основано на совершенно иных процессах. Значительная часть добываемого мировой промышленностью водорода потребляется для габеровского синтеза аммиака (см.). Однако в этом процессе исходный В. поступает в производство по методу BASF не в чистом виде, а уже смешанный с необходимым количеством азота. Смесь генераторного газа, водяного газа и водяных паров, будучи пропущена через контактную массу (окислы металлов группы железа), вступает в химич. взаимодействие, при чем содержащаяся в водяном и в генераторном газе окись углерода СО реагирует с парами воды по ур-ию:



Углекислый газ поглощается водой при высоком давлении; от остатка СО смесь очищается путем пропускания ее через аммиачный раствор закиси меди. В результате при правильной пропорции смешения водяного газа с генераторным газом, содержащим кроме других газов неизменяющийся азот воздуха, получается непосредственно смесь азота с водородом в пропорции  $N_2 : 3H_2$ , требуемой для синтеза аммиака.

В тех случаях, когда д. б. получен один В., без примеси азота, приходится для выделения В. из паров воды пользоваться не генераторным газом, содержащим азот, а *водяным газом* (см.). При этом взаимодействие между парами воды и восстановительным газом протекает по ур-ию (I). Процесс этот обратим, и положение его равновесия зависит в значительной степени от  $t^\circ$ , а скорость реакции—кроме того и от применения подходящих катализаторов. При взаимодействии паров воды с раскаленным коксом при  $t^\circ$  в  $800^\circ$  образуется главн. образом В. и углекислый газ по уравнению:

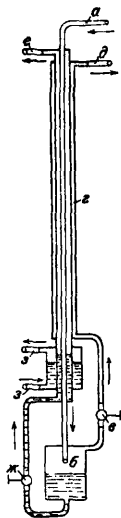


между тем как при  $t^\circ$  выше  $1000^\circ$  образуется водяной газ, т. е. смесь В. с окисью углерода по уравнению (I). По этому методу, разработанному BASF, вырабатывается свыше 400 млн.  $m^3$  (35 000 т) В. в год. Для выделения водорода из смеси газов лучше всего предварительно освободить ее от  $CO_2$  [отмыванием водою при высоком давлении, поглощением  $CO_2$  щелочами или углекислыми солями, пропитыванием угля серноокислыми, кремнекислыми и хлористыми солями (Ан. П. 7718, 7719, 7720, Дифенбаха и Мольденгауера)]. Отделять В. от СО гораздо труднее. Однако по мере понижения  $t^\circ$  скорость реакции значительно уменьшается; поэтому приходится вести реакцию по уравнению (I) и изыскивать удобные методы отделения В. от СО из водяного газа, образующегося при более высокой  $t^\circ$ . Эти методы основаны на связывании СО при высоком давлении (свыше 100 *Atm*) аммиачным раствором закиси меди. При этом обнаружилось, что хлористая закисная соль меди мало пригодна для этой цели в виду ее разрушающего действия на железные части аппаратуры; поэтому по Г. П. 289694 для поглощения СО пользуются закисью меди, растворенной в аммиаке или углекислом аммонии. Для предотвращения наблюдающегося при этом осаждения

на железных частях аппаратуры металлич. меди к водяному газу прибавляют незначительные количества кислорода или воздуха, окисляющего обратно металлическую медь до закиси меди. Предложено также прибавлять и более значительное количество кислорода к газовой смеси, чтобы часть  $Cu_2O$  окислялась до  $CuO$ ; окись меди, в свою очередь, окисляет СО, восстанавливаясь вновь до  $Cu_2O$ . Кроме того окись углерода по указанию некоторых патентов м. б. переводима в муравьиноокислый натрий при обработке ее под давлением в 50 *Atm* раствором весьма концентрированного едкого натра.

Наряду с этим методом значительное распространение имеет метод разложения паров воды при контакте с железом (в частности, наиболее распространен метод Мессершмита, эксплуатируемый фирмой Карл Франк в Бремене, и, в особенности, метод ВАМАГ). В 1918 г. при помощи установок ВАМАГ производилось до 125 млн.  $m^3$  водорода в год. Этот метод также дает возможность получить довольно чистый водород в отдельности, уже независимо от азота. По методу Франка и Каро (Г. П. 174324) предварительно высушенный водяной газ, содержащий приблизительно 50%  $H_2$ , 40% СО, 5%  $CO_2$ , 4,5%  $N_2$  и 0,5%  $O_2$ , пропускается при высокой  $t^\circ$  над карбидом кальция; уже после первого пропускания получается газ с содержанием от 99 до 99,6%  $H_2$ ;  $N_2$  присоединяется к карбиду с образованием цианамидов, а СО,  $CO_2$  и  $O_2$  связываются с образованием  $CaO$  и  $CaCO_3$ ; одновременно в числе продуктов реакции образуется и графит. Однако гораздо большее технич. значение приобрела идея А. Франка, реализованная Об-вом Линде, состоящая в применении для выделения В. из водяного газа метода сгущения при помощи холодильных машин. Этот метод—Линде-Франка-Каро—разработан при содействии фирмы ВАМАГ (Г. П. 254043 и 261735 и Швейцарск. П. 56594). В виду того, что  $t^\circ_{кип.} H_2$  равна  $20,4^\circ K$ , а  $t^\circ_{кип.} CO$  равна  $82^\circ K$ ,—оба эти газа м. б. отделены друг от друга путем фракционированной конденсации. При  $t^\circ_{кип.}$  жидкого воздуха и атмосферном давлении смесь из 50%  $H_2$  и 50% СО не м. б. разделена указанным способом. Но при  $-197^\circ$  часть СО конденсируется в жидкость; при  $-205^\circ$  парциальное давление паров жидкой СО не превышает  $1/7$  *Atm*, и отгоняющийся газ содержит лишь 14% СО. При дальнейшем понижении  $t^\circ$  или при повышении давления можно добиться еще более благоприятных результатов. Так, при давлении в 50 *Atm* и  $t^\circ = -197^\circ$  парциальное давление СО равно 0,5 *Atm*, а парциальное давление  $H_2$  равно 49,5 *Atm*, т. е. содержание СО в смеси равняется  $0,5 : 50 = 1\%$ . При  $-203^\circ$  и 50 *Atm* В. содержит примеси лишь 0,3% СО. Осуществление столь значительного охлаждения водяного газа возможно лишь с применением жидкого воздуха (или жидкого азота, при пониженном давлении; последнее более рентабельно, ибо водяной газ, вследствие значительного содержания в нем  $H_2$ , обнаруживает лишь весьма незначительное охлаждение при понижении давления (незначительный эффект Джоуля-Томсона—см. Газы совершенные).

Схема процесса сжижения CO представлена на фиг. 1. Водяной газ д. б. очищен от CO<sub>2</sub>. В целях экономии в расходе NaOH Бедфорд предложил «отмывать» водяной газ водой при высоком давлении, после чего он содержит лишь 0,3—0,5% CO<sub>2</sub>. Для очистки газа и от этих следов CO<sub>2</sub> его обрабатывают под давлением натронной известью. Сжатый водяной газ поступает в *a* и охлаждается встречными холодными газами; при этом CO сгущается в жидкость и собирается в *б*. Вентиль *в* понижает давление паров CO, после чего они выходят по *г* через *д* при комнатной *t*<sup>o</sup>. В свою очередь В. выходит через *e*. Жидкий воздух, необходимый для охлаждения, находится (схематически) в *з*. Выделенный по описанному методу В. не содержит легко сгущающихся примесей (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> = 0%), но содержит еще от 2 до 1,7% CO и от 1,0 до 0,8% N<sub>2</sub>; т. о. содержит чистого В. в нем равно 97,0—97,5%. Такой В. с уд. вес. 0,094 вполне пригоден для металлургии, металлургии и воздухоплавания. Конденсированная при указанном процессе окись углерода содержит 80—85% CO и идет в качестве горючего газа на покрытие затрат на топливо в предприятии. Образующейся окиси углерода CO хватает с избытком для этой цели уже при установках с производительностью 100 м<sup>3</sup>/ч водорода. При больших установках получается даже избыток CO, который может



Фиг. 1.

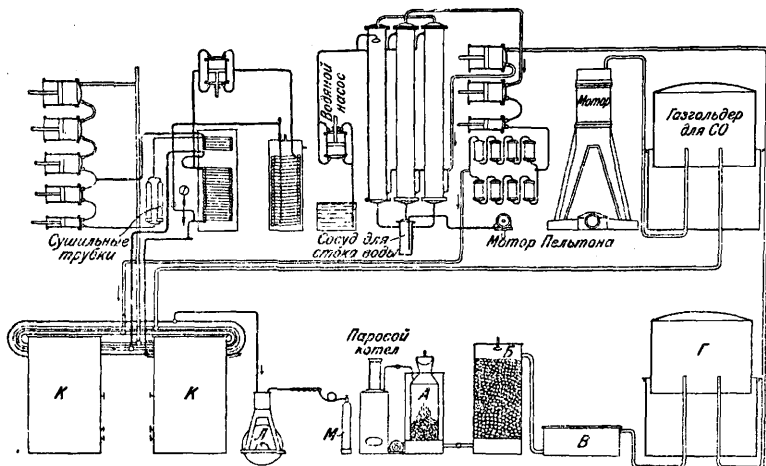
водородов и многочисленных продуктов органического синтеза непосредственно из каменного угля или из первого продукта его сгорания CO. Усовершенствование относящихся к этой области химич. технологии методов должно внести еще небывалый переворот во всю область прикладной химии и вместе с тем должно отразиться на всех отраслях мировой промышленности.

На фиг. 2 представлена схема всей установки по методу Линде-Франка-Каро. Из генератора *A* газ поступает для очистки в скруббер *B* и сухую очистительную камеру *Г*, после чего собирается в газгольдере *Г*. Отсюда газ, еще содержащий до 3% CO<sub>2</sub>, поступает в компрессоры, которые переводят его после двухступенного сжатия для «отмычки» CO<sub>2</sub> в водяные башни, из которых газ поступает в охлаждаемые сосуды *K* и *K*, где остаток CO<sub>2</sub> поглощается имеющимся в этих сосудах NaOH. *K* и *K* работают попеременно, по одной неделе, благодаря чему процесс может проходить непрерывно. В *K* и *K* водород отделяется от конденсированной в жидкость CO и выходит под давлением в 50 atm. Компрессор *Л* дополнительно увеличивает давление В., поступающего в стальные цилиндры *M*.

Наиболее важным в настоящее время методом добывания В. в техническ. масштабе является метод, основанный на окислении металлич. железа при *t*<sup>o</sup> красного каления парами воды с образованием свободного В.:

III:  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ .

За этим процессом следует обратный процесс восстановления окислов железа, достигаемого обыкновенно при действии на них водяного газа; затем железо опять вступает



Фиг. 2.

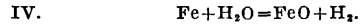
быть использован в качестве топлива для процесса фракционировки применен. жидкого воздуха на O<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>. Первый идет для автогенной сварки (см.), второй—для синтеза аммиака (см.). В последнее время для использования окиси углерода открываются новые перспективы в связи с блестящими открытиями Бергюса и Фр. Фишера (см. Жидкий уголь), обещающими осуществить синтетич. получение жидких угле-

блеск) или при восстановлении окислов железа, остающихся при обжиге свободных от мышьяка и цинка образцов железного колчедана (Internationale Wasserstoff-A.-G., Г. П. 220889). Дифенбах и Мольденгауер применили для этой цели с большим успехом обожженный железный шпат. Весьма вредно отражается на процессе восстановления паров воды железом присутствие в газе, применяемом для обратного восстановления окис-

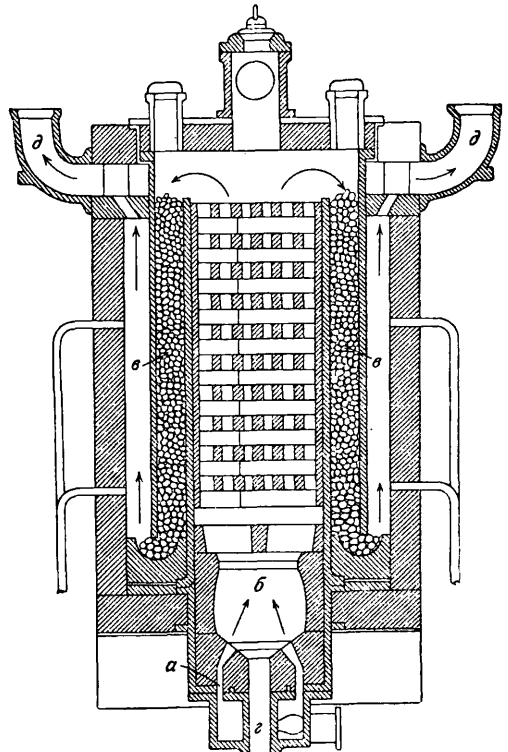
в реакцию с парами воды и т. д. Этот процесс был впервые обнаружен еще Лавуазье (1783 г.) и в 1794 г. был применен после его разработки Прейнером и Сент-Клер-Девилем во французской армии для наполнения В. воздушных шаров. Для успешного течения процесса загружаемое в восстановительную печь железо должно обладать особыми свойствами: оно должно быть пористо, не должно рассыпаться или сплавляться. Такое железо получалось при восстановлении в надлежащих условиях некоторых руд (железный

лов железа, сернистых соединений и окиси углерода; в последнем случае восстановленное железо покрывается налетом угля, препятствующим в дальнейшем образованию В. Лане и Зауберман (Г. П. 234175) применили в качестве контактной массы железную руду (в крупных кусках), восстановленную при 800° газами, не содержащими углеводородов и заключающими незначительный % СО по сравнению с содержанием в них H<sub>2</sub>; они получили т. о. весьма пористое губчатое железо. Фирма Internationale Wasserstoff-A.-G. пользовалась контактной массой, восстановленной из руды при 800° при действии техн. *благугаза* (см.); Мессершмит предложил загружать аппарат массой, в состав к-рой наряду с пористым железом входит также и компактное железо (Г. П. 258053). Во избежание закупорки труб рыхлой контактной массой и во избежание ее спекания и сплавления тот же Мессершмит предложил применять железо в виде узких трубок, к-рые как с наружной, так и с внутренней стороны находились бы в контакте с восстановительными газами. Дифенбах и Мольденгауер (Г. П. 270704) примешивают к контактной массе Mn, Cr, W, Ti и другие металлы, к-рые парами воды окисляются наравне с железом, но не восстанавливаются обратно подобно последнему восстановительными газами. Поэтому они образуют как бы остов из своих окислов для пористого железа, не плавясь сами и препятствуя спеканию железной контактной массы. Негер и Ноддинг применяют в качестве контактной массы чугунные шесты, к-рые легче восстанавливаются и неделями не изменяют своей формы при 1000° (*t° н. л.* чугуна около 1200°), но в этом случае топка д. б. нефтяной, ибо при сжигании генераторного и водяного газа достигается *t°* выше 1200°. Гергарц предлагает вдвигать водяные пары в расплавленные металлы, при чем вода окисляет часть металлов (аналогично процессу Бессемера и Томаса), а водород выделяется в газообразном состоянии. Целый ряд других патентов: Белу (Г. П. 43989), Ф. Круппа (Г. П. 73978 и 67827), Штрахе (Г. П. 77350), Г. Шимминга (Г. П. 95071), Ю. Пинча (Г. П. 283160), Эльворт и Вильямсона (Г. П. 164350), Каро (Г. П. 249269), содержат те или иные улучшения, гл. обр. в смысле более экономного использования энергии, а также более удачного подбора и обработки контактной массы или наиболее рациональной последовательности отдельных стадий процесса. В этом отношении наиболее удач. методом следует считать метод, запатентованный фирмой ВАМАГ (Г. П. 294039), к-рый состоит в том, что после первоначального окисления контактной массы обратный процесс восстановления ее генераторным газом не следует непосредственно за первым процессом, но в течение некоторого времени между обоими процессами через контактную массу продувают воздух, вызывающий полное окисление последней в отличие от частичного окисления контактной массы при действии на нее водяных паров. При этом выделяется столь значительное количество тепла, что его с избытком хватает для поддержания всего процесса. Целый ряд патентов, заяв-

ленных Мессершмитом (Г. П. 263391 и др.), весьма удачно разрешают вопрос о регулировании нагревания контактной железной массы. Водород образуется при этом в шахтной печи. Первоначальное разогревание генератора до *t°* в 700—900° осуществляется при помощи водяного газа и продолжается 7—8 ч., но затем при повторении эта фаза процесса не требует более 17—19 м. После восстановления всей контактной массы удаляют последние следы водяного газа и воздуха путем продувания в течение 5—10 ск. водяного газа и переключают процесс в противоположном направлении по уравнению:



Эта фаза продолжается около 8 м., затем в течение 3—5 м. продувают воздух, чтобы сжечь отложившийся уголь (и иногда серу); при этом выделяется значительное количество тепла; затем вновь следует восстановительная фаза и т. д. Весьма сходен с описанным выше методом Мессершмита метод



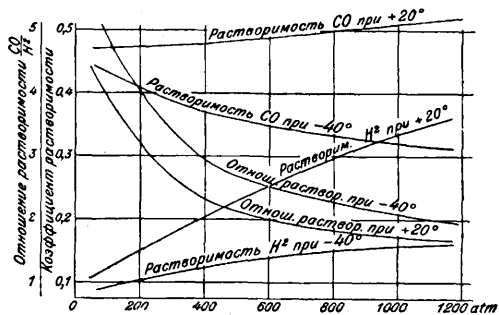
Фиг. 3.

ВАМАГ (Г. П. 267944 и 300711). Фаза образования водорода здесь длится около 5 м. Смена окислительных и восстановительных фаз осуществляется автоматически. Этот метод дает возможность получать продукт с содержанием 98,5% В.

На фиг. 3 изображен схематически аппарат Григса, сходный по типу с аппаратом К. Франка-Мессершмита. В этом аппарате процесс протекает в следующем порядке. 1) Фаза восстановления: смесь воздуха и восстановительного газа поступает через *а* и нагревается в камере *б*, после чего нагревает шамотовые решетки, образующие

центральную часть аппарата; затем пропускается избыток восстановительного газа, к-рый восстанавливает окислы железа, содержащиеся в в. 2) Фаза образования В.: пары, поступившие через г, проходят через часть аппарата, содержащую шамотовые решетки, затем они поступают в ш, после чего выходят через д. 3) Фаза пропускания пара: пары воды поступают через д, проходят через в, спускаются по центральной части и выходят через г. 4) Фаза аэрации: воздух входит через а.

При получении В. действием железа на водяные пары приходится заботиться больше всего об усовершенствовании теплового использования, ибо если не позаботиться о рекуперации, то 90% тепла водяного газа пропадает даром. Печи изготовляются из специальных сплавов, хорошо переносящих изменения  $t^\circ$ . Поступление и выход газов в печи регулируются автоматически (наприм. патент Демпстона: Ам. П. 104115/16, патент Бата, Бельг. П. 137674/19 и др.). Аппарат типа Мессершмита (с одной печью), повидимому, имеет преимущество перед аппаратом с несколькими печами (типа Лане). Все большее и большее применение получают восстановительные промышленные газы в качестве замены водяного газа, напр. печные газы (аппарат Григса—Ан. П. 142882/20), газы коксовых печей, к-рые содержат до 50%  $H_2$ , остающегося обыкновенно без всякого применения, светильный газ. Последнее обстоятельство дает возможность легко приспособить коксовые печи или газовые з-ды для производства В. (Soc. Oxyhydrique Française, Ф. П. 563600). Метод газа «Электрон» в Григсгейме преследует гл. обр. цель максимального устранения окиси углерода путем пропускания смеси газов



Фиг. 4.

через катализаторы и через известь и путем разделения друг от друга обоих основных газов реакции (Гринвуд, Ан. П. 137340/18). Метод Дифенбаха и Мольденгауера дает возможность в одном и том же процессе получить водяной газ, окислить его парами воды и поглотить  $CO_2$  (Catalysateurs Griesheim, Prius; Ан. П. 128273/17 Neville et Taylor). Метод Граера (Бельг. П. 561409/22) предусматривает рассыпание извести, и поэтому водяной газ пропускается через водную известь в отсутствии водяных паров.

Другие физич. методы отделения. Клод (Ф. П. 130092, 130358/18) предложил воспользоваться значительно меньшей растворимостью В. в органич. растворителях

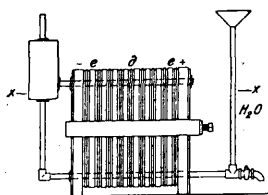
(напр. в эфире) сравнительно с другими газами коксовых печей для отделения В. от остальных газов. Кривые на фиг. 4 выражают отношение растворимости в эфире окиси углерода и водорода. Однако метод сжижения сохраняет, повидимому, свое преимущество. Клод [2] конденсирует газы коксовой печи и отделяет от них В. При этом одновременно удается выделить также и те углеводороды, содержащиеся в газах коксовых печей, к-рые имеют промышленное применение.

В последнее время все большее и большее значение приобретают методы, основанные на расщеплении углеводородов и других органич. соединений при высокой  $t^\circ$  или под действием катализаторов с выделением свободного В. К тому же типу методов производства В. следует отнести взаимодействие при высоких  $t^\circ$  углеводородов, смешанных с водяным паром, при чем образуется чистый В. и окись углерода или углекислый газ. BASF достигает этой цели пропусканием смеси через весьма короткий слой контактной массы, например через сеточки из никелевой проволоки. Разложение углеводорода достигается при  $t^\circ$  красного каления еще быстрее и полнее при пользовании в качестве катализатора окисью никеля или металлич. никелем, мелко раздробленным и нанесенным в таком состоянии на огнеупорные материалы. По Ринкеру и Вольтеру (Г. П. 174253, 210435), получение В. может быть достигнуто также из нефтяного газа. В генератор, наполненный раскаленным коксом, вводятся пары нефти или каменноугольной смолы (или же разбрызгиваются в нем сверху нефтяные остатки или каменноугольная смола). Пары пропускаются через слой кокса, где они расщепляются и при достаточной высокой  $t^\circ$  образуют конечный газ с содержанием до 96% В. В виду того, что  $t^\circ$  генератора вследствие эндотермичности реакции разложения нефтяного газа сильно понижается, необходимо время от времени прекращать прибавление нефтяного газа и повышать нагретыми газами  $t^\circ$  генератора. Метод Ринкера-Вольтера имел в виду сначала лишь получение светильного газа с небольшим содержанием углерода из нефти или из ее остатков. Однако фирма ВАМАГ настолько усовершенствовала этот метод, что явилась возможность получать продукт с уд. в. 0,087—0,090 и с содержанием В. до 98% (остальное—азот)[2].

В тех случаях, когда применение В. не допускает присутствия в нем ядовитых примесей, «отравляющих» катализатор, участвующий в процессе производства, для к-рого используется В. (также при производстве В. для лампочек накаливания),—удобнее всего пользоваться электролитич. В. (в особенности, если наличность гидроэлектрич. ресурсов и возможность одновременного использования получающегося в качестве побочного продукта кислорода снижает цену электролит. В.). В таких случаях возможно пользоваться электролитич. В. преимущественно перед В., добытым другими методами, при которых необходимо производить очистку водорода от неизбежных отравляющ. примесей. Электролитический В., разумеется,

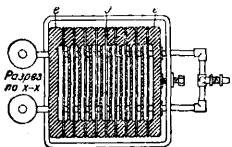
совершенно чист. Для электролиза пользуются водой, к которой добавлено некое количество к-ты, едкой щелочи и углекислых щелочей. Электроды изготавливаются либо из железа (при щелочной реакции раствора) либо из свинца (при кислых растворах). Во избежание смешивания  $H_2$  с  $O_2$  электроды отделяются друг от друга диафрагмой из пористого (асбестовая ткань) неэлектропроводного материала. По этому принципу сконструирован завод В. для военных воздухоплавательных целей в Шале-Медон (метод Репара). Для электролиза используются напряжениями в 2,25—2,5 V при  $t^\circ$  электролита 50—70°. Построенные по этому принципу аппараты производят В. в 99,8% чистоты. Другой принцип конструкции аппаратов для электролиза предусматривает присутствие перегородки между электродами из электропроводного материала.

Особенное значение для электролитич. получения В. приобрела установка О. Шмита (Г. П. 111131). Этот электролизер состоит

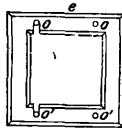


Фиг. 5а.

из системы электродов, связанных вместе по типу фильтр-пресса. Устройство всего аппарата ясно из фиг. 5а—схематическ. вид аппарата сбоку, 5б—горизонтальный разрез, 5в—разрез через одну раму (вид спереди) и 5г—разрез через газоделитель;  $ee$ —двойные электроды,  $d$ —диафрагмы; каждая пластина электрода наверху и внизу имеет по два отверстия  $o, o$  и  $o', o'$ . Два канала проходят через эти отверстия: нижний подводит воду в электродные пространства, верхний служит для отвода образующихся газов. Дальнейшее усовершенствование этой установки состоит в совершенной изоляции пластин от их держателей путем введения между



Фиг. 5б.



Фиг. 5в.



Фиг. 5г.

пластинами и держателями коротких прослоек фарфора, стекла и других изоляционных материалов. Ф-ка Эрликон изготавливает (Г. П. 275515) электролизеры на 20, 40, 75 и 125 А, приспособл. для напряжения 65, 110 и 220 V. Электролитом является 10%-ный раствор поташа. Для получения 1 м<sup>3</sup> В. при 40° требуется 6 kW. В виду замкнутости всего аппарата газы м. б. получены и под давлением. Разновидностями той же системы электролизеров являются аппараты Эйкена, Леруа и Морица, а равно и электролизер Франц. анонимного об-ва (Société Anonyme Oxyhydrique). Особенно удобной конструкцией отличаются аппараты системы Левина (Г. П. 288776), отличие к-рых от описанных выше заключается в возможности регулировать гидростатич. и газовое давление каждой ячейки отдельно вследствие того, что

на дне газовых собирателей имеются каналы с отогнутыми в сторону отверстиями, при помощи к-рых в общий собиратель поступают газы из отдельных газоплавнителей. Путем изменения высоты уровня выходного отверстия удается регулировать газовое давление и уровни жидкости отдельно каждой ячейки. Аппараты Левина изготавливаются в Нью-Йорке в предприятии International Oxygen Co.

Значительные количества В. образуются в качестве побочного продукта при получении бутилового алкоголя по методу брожения под влиянием чистых культур *Clostridium acetobutylicum* (см. *Микробиология техническая*). Фабрики Commercial Solvents Corporation в С.-А. С. Ш. производят по этому методу около 69 000 м<sup>3</sup> В. в день в качестве побочного продукта наряду с полторным количеством  $CO_2$ . Столь значительный выход В. дает возможность утилизировать его на месте для производства синтетического аммиака.

В военное время для добывания В. применялись методы (независимо от калькуляции стоимости В.), к-рые обеспечивали возможность быстрого получения В. при помощи легко подвижных установок. К числу таких методов можно отнести: силиколовый метод (Жобера или Лелоржа—действие щелочей на ферросилиций), гидрогенитовый метод (действие NaOH на кремний), гидролитовый (действие воды на  $CaH_2$ ), метод действия к-ты на цинк или железо, действие алюминия на раствор едкого натра, метод Мориньо-Бопре (действие амальгамы алюминия на едкий натр), гидроновый метод (действие сплава натрия и свинца на воду), метод Ринкера-Вольтера, приспособленный к полевой обстановке, и другие (см. *Газы для воздухоплавания*).

Применение В. До войны 1914—18 гг. потребление и производство В. было сравнительно весьма ограниченным. В. применялся для воздухоплавания, для (весьма слабо развитого в то время) производства синтетич. аммиака, для *автогенной сварки* (см.) металлов, где В. постепенно вытеснялся ацетиленом. Лишь война, выдвинув громад. потребность в В., сильно способствовала усовершенствованию методов его получения и развитию водородной промышленности. Синтетич. аммиак потребовался в громадных количествах как для целей удобрения, в виду затрудненности транспорта чилийской селитры, так и в качестве исходного продукта для окисления его по методу Оствальда в *азотную кислоту* (см.), необходимую для изготовления взрывч. веществ. Потребность В. для воздухоплавания во время войны также достигла значительных размеров. По окончании войны производство синтетич. аммиака для целей удобрения не только не уменьшилось, но еще значительно увеличилось (одни только з-ды BASF потребляют для получения синтетич. аммиака 2 млн. м<sup>3</sup> В. в день). Равн. обр. значительно увеличилось потребление В. для *гидрогенизации жиров* (см.), дающей возможность из малоценных растительных жиров и несведеобного рыбьего жира получать твердые жиры, пригодные для пищи, а также для мыловаренного



производства. Производство гидрогенизированных жиров весьма сильно развито во Франции (Марсель), в С.-А. С. Ш. и в Японии. Еще в 1922 году Япония вырабатывала 62 т гидрогенизированного жира в день. До войны в России действовало несколько заводов по гидрогенизации жиров (Волжского Акт. об-ва «Салолин» в Петербурге и в Н.-Новгороде). В СССР производство гидрогенизированных жиров имеется, напр., на саламасном заводе в Ростове-на-Дону, в Москве на бывшем Невском стеариновом з-де и в других местах. Этот вид промышленности развивается весьма быстро, потребляя все большие и большие количества В. В. широко применяется в технике и в исследовательских лабораториях также и для гидрогенизации других ненасыщенных органич. соединений (кроме жиров), как, напр., ароматич. углеводородов (напр. при получении декалина, тетралина из нафталина, для гидрирования ацетилена и углеводородов, получаемых при сухой перегонке каменного и бурого угля, и для гидрогенизации нефтяных остатков, перерабатываемых в присутствии катализаторов с присоединением В. в гидрированные продукты). Кроме того, В. применяется в целом ряде химических производств, напр. при получении аминов из нитросоединений, алкоголей из альдегидов (наприм. винного спирта из ацетальдегида), при получении метана из окиси углерода, для получения муравьиной кислоты при действии В. на углекислоту или на бикарбонаты под влиянием темных электрических разрядов. Целый ряд фармацевтич. препаратов получается от действия В. на алкалоиды, лецитин и другие органические соединения. В последние годы потребность в В. встретила со стороны еще новой отрасли, к-рой суждено сыграть величайшую роль в химич. промышленности. Эта область применения В. связана с открытием Бергусом и Фишером методов т. н. сжижения угля, т. е. методов присоединения к углю водорода при высоком давлении и при участии катализаторов с образованием жидких горючих углеводородов, а равно и методов присоединения В. при высоком давлении к непредельным органич. соединениям. Отметим следует также и работы швейцарского проф. Фиртта, разработавшего метод присоединения водорода к целлюлозе. Неудивительно поэтому, что во всех странах в последнее время усиленно разрабатываются методы производства В. и что число патентов, относящихся к этим методам, растет с немалой скоростью во всех странах.

Лит.: \*) Stavenhagen, Der Wasserstoff, Braunschweig, 1925 (краткая, но очень разносторонне освещающая вопрос монография; содержит сведения по технологии водорода, по хранению и транспорту водорода; имеются ссылки на патентную литературу); \*) Claude, «CR», 1923, t. 176, p. 394; \*) Gmelin G., Handbuch d. anorganischen Chemie, 8 Aufl., System-Nummer 2—Wasserstoff, Berlin, 1928 (исчерпывающая монография, содержащая подробные данные относительно всех физич. и химич. свойств В. со ссылками на оригинальную литературу); \*) Справочник физич., химич. и технол. величин, т. I; Moser L., Die Reindarstellung v. Gasen, Stuttgart, 1920 (имеются данные по технологии отдельных процессов и по очистке водорода от отравляющих примесей); Schoop M. U., Die industrielle Elektrolyse d. Wassers und d. Verwendungsgebiete von Wasserstoff und Sauerstoff, Sammlung elektrotechnischer Vorträge, hrsg. von

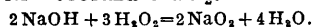
Voit, В. 3, Н. I—III, Stuttgart, 1901—02 (книга несколько устарела, но весьма обстоятельно описывает с технологической стороны основные электролитич. процессы); Менделеев Д. И., Основы химии, М.—Л., 1927; Waeser B., Die Luftstickstoffindustrie, Leipzig, 1922; «Dix ans d'efforts scientifiques etc. 1914—1924, Chimie et Industries», t. 1, Paris, 1925; Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie, В. 11, 13, В.—Wien, 1922. **Б. Беренгейм.**

**ВОДОРОДА ПЕРЕКИСЬ**, гидроперекись и с<sup>ь</sup>, Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>, сиропобразн. жидкость, водные растворы которой широко применяются в белильной технике. В небольших количествах В. п. встречается в атмосферных осадках, в соках растений. Образование ее в животной и растительной клетке, повидимому, тесно связано с процессами дыхания и усвоения растениями углекислоты. Водорода перекись образуется также при явлениях *автоокисления* (см.).

В. п. была открыта в 1818 г. Тенардом и с тех пор служит объектом многочисленных научных исследований. Техническ. значение В. п. весьма велико. Она обладает сильным белящим действием и вместе с тем не действует разрушительным образом на волокно или другое отбеливаемое вещество. Широкое распространение В. п. сильно тормозилось в первое время сравнительно высокими ценами и малой стойкостью технич. продукта, к-рый получался только в виде 3%-ного раствора и потому не выдерживал расходов по транспорту. После того как были разработаны удобные и дешевые способы приготовления высокопроцентных и стойких продуктов (30%), производство В. п. сделалось существенной отраслью химич. промышленности и в настоящее время сконцентрировано на больших химических заводах.

Свойства В. п. Безводная В. п. представляет собою бесцветную жидкость горького вяжущего вкуса, без запаха; на коже она вызывает сначала появление белых пятен, а после нек-рого времени—сильный зуд.  $D_4^0 = 1,4584$ ; уд. вес служит надежнейшим средством для суждения о степени чистоты перекиси; так, препараты с содержанием 0,52% воды имеют  $D_4^0 = 1,4004$ ;  $t_{\text{пл.}}$  при 68 мм 84—85°, при 26 мм 69,2°. При сильном охлаждении В. п. замерзает, образуя большие прозрачные кристаллы, к-рые при -2° плавятся; с водой В. п. смешивается в любом соотношении; из водных растворов извлекается эфиром; совсем нерастворима в петролейном эфире. Показатель преломления (Брюль)  $n_D^{20,4} = 1,40624$ ;  $n_D^{20,4} = 1,41100$ .

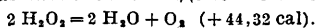
В. п. обладает свойствами кислоты. Точно определить степень ее диссоциации пока не удалось вследствие трудности подыскать подходящий индифферентный электродн. материал. Между тем нек-рые соединения В. п. с щелочами можно рассматривать как соли. Так, напр., Тафель [1] выделил соединение, состав которого отвечает кислой натриевой соли В. п. HO·ONa. Между тем Кальверт [2] считает, что в растворе едкого натра образуется соль состава NaO<sub>2</sub>:



При этом он принимает существование одновалентных и двухвалентных анионов O<sub>2</sub>' и O<sub>2</sub>''. Также некоторые соединения В. п. с органич. основаниями, напр. с лупетидином

$\text{H}_2\text{O}_2 \cdot 2\text{C}_7\text{H}_{15}\text{N}$ , повидимому, являются солеобразными веществами. Весьма вероятно, что в водных растворах В. п. диссоциирована на ионы  $\text{H}^-$  и  $\text{HO}_2^-$ .

Будучи эндотермическ. соединением, В. п. легко разлагается с выделением тепла:



Разложение водных растворов происходит весьма медленно, но в присутствии посторонних веществ (катализаторов) иногда достигает большой скорости и в случае концентрированных растворов совершается со взрывом. Катализаторами являются гл. обр. металлы и их окиси: окись серебра, железа, свинца, перекись марганца, металлы группы платины и т. д. Незначительных количеств губчатой или коллоидной платины достаточно для разложения больших количеств В. п. Так, раствор 1 г коллоидной платины в 300 000 л воды в состоянии разложить неограниченное количество перекиси. Щелочи также катализируют процесс распада, и потому продолжительное хранение растворов перекиси в стеклянных сосудах невозможно, так как того незначительного количества щелочи, к-рое извлекается из стекла, вполне достаточно, чтобы вызвать разложение перекиси. Поэтому при работе с чистой перекисью или ее концентрированными растворами надо принимать меры против загрязнения и попадания в нее пыли и т. п. Из веществ, находящихся в растительной или животной клетке, В. п. разлагает нек-рые ферменты (каталаза).

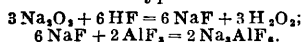
Растворы В. п. могут быть стабилизированы прибавлением различных веществ. К последним принадлежат: барбитуровая к-та, мыла, *n*-ацетаминофенол, мочева к-та, различные производные мочевины, гваякол и другие производные фенольных эфиров, разнообразные амиды и имиды к-т, ацетильные производные ароматич. оснований, как-то: ацетанилид, ацетофенетирид (фенацетин), толуолсульфобензетид, а также дубильная к-та, крахмал, трагакант, агар-агар и ряд других веществ, к-рые сделались предметом многочисленных патентных заявок. Применение стабилизаторов имело большое значение в деле технич. распространения В. п., т. к. только с этого момента появилась возможность приготовления концентрированных и стойких препаратов.

Применение В. п. в технике основано на ее окисляющем действии. Последнее вызывается одним из атомов кислорода, находящегося в особом а к т и в н о м состоянии (см. *Перекиси*). В. п. превращает соли закиси железа в соли окиси, обесцвечивает индиго и другие красители, сернистую к-ту окисляет в серную, сернистый свинец—в серноокислый, азотистую к-ту—в азотную, мышьяковистую—в мышьяковую и т. д., выделяет иод из иодистого водорода, превращает соли окиси хрома в присутствии щелочей в соли хромовой к-ты. В присутствии катализаторов или без них В. п. окисляет различные органич. соединения: спирты—в альдегиды и к-ты, кетоны—в кетогалоги, бензол—в фенол, анилин—в азоксибензол, сульфиды к-ты—в сульфокислоты, гидразосоединения—в азосоединения, расщепляет ненасыщенные соединения по месту двойной

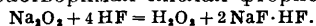
связи и т. д. Вместе с тем В. п. обладает также и восстановительными свойствами; так, в присутствии щелочей она выделяет металлич. серебро из растворов серебряных солей, восстанавливает хлорное золото в слабо кислом растворе до металла, окись ртути—в металлическ. ртуть, марганцевую к-ту—в соли закиси марганца. В нек-рых случаях восстановление и окисление протекают последовательно; так, например, из раствора уксуснокислого свинца, при действии В. п., сначала выпадает темный осадок перекиси свинца, который затем вскоре избытком В. п. восстанавливается в бесцветный гидрат окиси.

Способы приготовления В. п. Многочисленные попытки получения В. п. непосредственным окислением водорода или, наоборот, восстановлением кислорода до сих пор не привели к практически благоприятным результатам. В. п. образуется при продувании через вольтову дугу или водородное пламя смеси воздуха и паров воды (Кальбаум, Г. П. 197023) или из смеси водорода с кислородом под влиянием тихого электрического разряда (Де-Гемптин, Г. П. 229573). Более благоприятно протекает образование перекиси при окислении катодного водорода. Так, если слабый раствор (1%-ный) серной к-ты подвергать электролизу с применением электродов из амальгамированного золота и около катода продувать воздух при давлении около 100 atm, то удастся получить 2,7%-ный раствор перекиси с выходом на ток ок. 83% (Фишер). Серную к-ту в этом случае полезно заменять слабо кислым раствором серноокислого натрия (Ферстер). Техническое значение имеют способы получения В. п.: 1) разложением перекисей бария или натрия кислотами и 2) разложением надсерной кислоты или ее солей (персульфатов).

1) Влажную перекись бария вносят при сильном помешивании в 20%-ный раствор серной кислоты до слабо кислой реакции; увеличившийся сульфат бария отфильтровывают и осаждают остаток серной кислоты едким баритом. Операцию разложения ведут в освинованных деревянных чанах, фильтрование—в фильтр-прессах из гончарного материала или свинца. Иногда для разложения пользуются углекислотой (при повышенном давлении) или применяют плавиковую или кремнефтористоводородную кислоту. Плавиковая к-та служит также для разложения перекиси натрия. В этом случае получается раствор В. п. и фтористого натрия, из которого последний осаждают фтористым алюминием в виде нерастворимой соли  $\text{Na}_2\text{AlF}_6$  (искусственный криолит). Реакция протекает по уравнениям:



По Г. П. 253284 (Австр. объединение химич. и металлургич. з-дов в Аусиге на Эльбе), для освобождения растворов от фтористого натрия можно пользоваться избытком плавиковой к-ты, так как при этом образуется трудно растворимая кислая фтористая соль

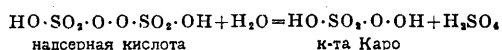


По этим способам получают только слабые 3%-ные растворы перекиси, мало

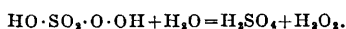
пригодные для пересылки на далекие расстояния. Концентрирования растворов можно достигнуть простой дистилляцией, если предварительно удалить все катализаторы, способствующие разложению, и принять соответствующие меры предосторожности против попадания пыли, загрязнения и т. п. Ступение посредством экстракции эфиром не рекомендуется, так как при этом получают сильно взрывчатые органическ. перекиси.

Первый концентрированный (30%-ный) препарат В. п. был выпущен в 1904 г., под названием пергидроль, фирмой Мерк в Дармштадте. Пергидроль Мерк готовится (Г. П. 152137) разложением перекиси натрия серной к-той и последующей разгонкой полученного раствора под уменьшенным давлением. Согласно Г. П. 253287, 30%-ную В. п. можно также получить из перекиси бария и плавиковой кислоты.

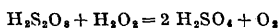
2) Вследствие неудачи попыток непосредственного получения В. п. электролизом был разработан способ, заключающийся в разложении надсерной кислоты  $H_2S_2O_8$  или ее солей (см. *Персульфаты*), которые легко готовят электролитическим путем. При гидролитическ. разложении надсерной кислоты сначала образуется кислота Каро (мононадсерная к-та  $H_2SO_5$ ), к-рая затем распадается на В. п. и серную к-ту:



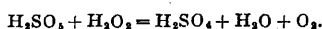
И



При обыкновенной темп-ре эти реакции протекают весьма медленно, и значительная часть перекиси разрушается вследствие параллельно протекающих реакций:



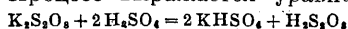
И



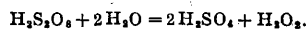
Если процесс вести при нагревании (80—90°), то скорость образования В. п. возрастает в значительно большей степени, чем скорость разложения; растворы д. б. предварительно очищены от всяких посторонних веществ, вызывающих непроизводительный распад перекиси. Особенно трудно освободиться от следов платины, получающейся вследствие анодного распыления. Для удаления платины пользуются дополнительным электродом или погружают в электролит алюминиевую палочку, на которой платина осаждается. Вся аппаратура д. б. сделана из фарфора или из гончарных материалов.

Другим источником получения В. п. в технике служит персульфат калия. Последний поддается перекристаллизации и потому

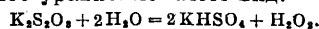
может быть легко очищен от вредных примесей. Процесс выражается уравнениями:



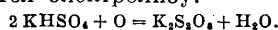
И



Суммарное уравнение имеет вид:



Получающаяся кислая сернокислая соль калия для регенерации персульфата снова подвергается электролизу:



Т. о. серная к-та играет только роль катализатора и в процессе не теряется. Для получения концентрированных препаратов растворы подвергают дистилляции при большом разрежении. В нек-рых случаях для получения В. п. вместо персульфатов пользуются перкарбонатами или перборатами (см. *Перекиси*).

Т. к. различные вещества способствуют распаду перекиси, то полученные растворы иногда подвергают дополнительной очистке. Таких веществ особенно много в растворах перекиси, полученных из перекиси бария (соли марганца и железа). От них освобождаются прибавлением фосфорной к-ты. Для удаления следов щелочи растворы подкисляют серной, фосфорной или органическими кислотами, из которых чаще всего применяют шавелевую.

В виду неудобств, связанных с перевозкой водных растворов на далекие расстояния, были сделаны попытки получения твердых препаратов В. п. К ним относится, например, соединение В. п. и мочевины, впервые полученное русским химиком Танатаром. Это само по себе малоустойчивое тело стабилизируют прибавлением кислот (лимонной, шавелевой и т. п.); препараты эти носят название ортизона и пергидрита.

Применение В. п. В продаже В. п. существует в виде 3%-ного и 30%-ного (пергидроль) растворов. В технике их применяют для целей белия, особенно в тех случаях, где другие белиющие вещества вредно действуют на отбеливаемое тело (напр. для белия шелка, шерсти, пера, воска, слоновой кости, рога, меха и т. д.). Ими пользуются также для освежения масляных красок на картинах и для целей консервирования (напр. молока). В медицине В. п. имеет широкое применение как дезинфицирующее вещество. Введенная в рану, В. п. образует пену, чем способствует промыванию раны.

Лит.: 1) Tafel, «В», 1894, В. 27, р. 816, 2297; 2) Calvert, «Ztschr. f. phys. Ch.», Lpz., 1901, В. 38, р. 513; Ullmann's Enzykl. d. techn. Chemie, В. 11, В.—Wien, 1922, Bräuner А. und D'Ans J., Fortschritte in d. anorg.-chem. Industrie, В., 1921—1926; Gmelin-Kraut, Handbuch der anorg. Chemie, В. 1, Abt. 1, Heidelberg, 1906. С. Медведев.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ К III ТОМУ Т. Э.

- Авантрен 402.  
Авитаминозы 772.  
Автогенные резак 878.  
Азимут пути 606  
Акротермы 822.  
Алиготе 706.  
Алкоголизация 712.  
Алмазы 91.  
Альдегид протокатеховый 349.  
Амальгама висмутовая 769.  
Аморель 784.  
Анализ баланса 127.  
Анализ воды количественный 808.  
Анемометры 498.  
Антракноз 707.  
Аппарат Котреля 452.  
Аппаратная система прядения 684.  
Арак 861.  
Арбор 310.  
Ареометрический аппарат Сох-  
лета 109.  
Атомность 293.  
Аустенит 166.  
Ахтерник 901.
- Баварки 376.  
Базальтовые массы 413.  
Базовисмутит 764.  
Бак для ошпаривания 179.  
Баланс 124.  
Баланс Штауба 601.  
Варабан тартальный 50.  
Варат 754.  
Варьер сланцевый 633.  
Вашни уравнительные 899.  
Вегун 405.  
Вегхоус 452.  
Везмен 581.  
Безрельсовое перемещение 793.  
Векмес 712.  
Вило 405.  
Благородная зрелость 709.  
Бланширование 365.  
Блек-рот 707.  
Блеск висмутовый 767.  
Блеск медновисмутовый 764.  
Болезни вин 713.  
Болезни виноградной лозы 707.  
Бомба термитная 929.  
Борна формула 301.  
Борна цикл 301.  
Борты 90.  
Брак архивный 16.  
Брак типографский 15.  
Брожение виннокислое 713.  
Брожение уксусное 713.  
Бромурал 306.  
Брызгало-монитор 871.  
Бур американский тарелчатый 45.  
Бур закрытый 46.  
Бур открытый 46.  
Бур спиральный 46.  
Бурав Волькена 30.  
Бурав земляной 30.  
Бурав Иеронима 30.  
Бурав цилиндрический 31.  
Буравчик 32.  
Буравчик английский 32.  
Буравчик бочарный 32.  
Буравчик винтовой 32.  
Буравчик ложечный 32.
- Бурат призматический 33.  
Бурат центрифугальный 35.  
Бурая стеклянная голова 96.  
Бурение алмазное 81.  
Бурение вращательное 69, 70.  
Бурение канатное 64.  
Бурение разведочное 37.  
Бурение ручное вращательное 45.  
Бурение сухое 45.  
Бурение турбинное 92.  
Бурение ударное 37, 47, 68.  
Бурение штанговое 48.  
Бурение эксплуатационное 37.  
Бурты 22.  
Буры 39.  
Буры железняк оолитовый 97.  
Бутан нормальный 107.  
Бутиловый алкоголь нормаль-  
ный 108.  
Бутовый камень 106.  
Буылки белые 111.  
Буылки полубелые 111.  
Бухгалтерия двойная 119.  
Бучение-гардин 133.  
Бучение льняной пряжи 133.  
Бучение льняной ткани 134.  
Бучение початков 131.  
Бучение пряжи 131.  
Бучение ткани 132.  
Бучение трикотажа 133.  
Бучение тюля 133.  
Бучение хлопка 129, 130.  
Быстрорежущая сталь 91.  
Быстрорежущая сталь американ-  
ская 165.  
Бэкон 173.  
Бэконная фабрика 176.
- Вагон большегрузный 230.  
Вагонные стальные колеса (Де-  
виса) 213.  
Вагонные чугунные колеса (Гриф-  
фина) 203.  
Вагоны городского сообщения 224.  
Вагоны дальнего следования 224.  
Вагоны изотермические 234.  
Вагоны крытые 229.  
Вагоны местного сообщения 224.  
Вагоны пассажирские 223.  
Вагоны пригородного сообщения  
224.  
Вагоны прицепные 247.  
Вагоны специальные 234.  
Вагоны товарные 229.  
Вагоны трамвайные 239.  
Вагоны четырехосные 244.  
Вагоны-ледники 249.  
Вагоны-цистерны 233.  
Вагранки нефтяные 259.  
Вазолимент 270.  
Вал гибкий 675.  
Валенс 314.  
Валидол 306.  
Валонса 314.  
Валуны эратические 314.  
Валы приводные 314.  
Валы трансмиссионные 314.  
Вальволины 758.  
Вальдивиа 323.  
Вальтона цемент 324.  
Вальцевание каучука 325.  
Вальцы мукомольные 334.
- Вальцы рифленые 337.  
Вальян 400, 686.  
Ванадаты 346.  
Ванадиевая латунь 342.  
Ванадиевокислый аммоний 347.  
Ванадиевый феррит 344.  
Ванадила 346.  
Ванадинит 345, 346.  
Ванилин 350.  
Вантина 354.  
Ванчес коронный 355.  
Вашор 756.  
Вар белый 36.  
Вар бургундский 36.  
Вариация 369.  
Варпирование 368.  
Варочно-отбельные аппараты 140.  
Варочные котлы 135, 146.  
Вата асбестовая 385.  
Вата бумажная 387.  
Вата гигроскопическая 388.  
Вата глазная 403.  
Вата клееная 394.  
Вата льняная 388.  
Вата медицинская 394.  
Вата одежная 394.  
Вата сосновая 386.  
Вата стеклянная 386.  
Вата хирургическая 388.  
Вата целлюлозная 388.  
Вата шерстяная 389.  
Вата шлаковая 386.  
Ватер 689.  
Ватерлиния грузовая 393.  
Ватерлиния действующая 393.  
Ватерлиния расчетная 393.  
Ватерлиния спусковая 393.  
Ватерлиния теоретическая 393.  
Вектор 414.  
Вектор биормальный 418.  
Векторная сумма 415.  
Векторное произведение 415.  
Векторный анализ 418.  
Векторфункция 418.  
Вентилятор (венлика) 614.  
Вентиляторы винтовые 467.  
Вентиляторы центробежные 454.  
Вентиляторы цилиндрические 472.  
Вентиляция вагона 228.  
Верность весов 580.  
Вес сцепления 579.  
Вес убойный 578.  
Весы автоматические 595.  
Весы аналитические 586.  
Весы возовые 594.  
Весы десятичные 591.  
Весы коромысловые 584.  
Весы краповые 594.  
Весы образцовые 586.  
Весы паровозные 595.  
Весы столовые 588.  
Весы товарные 590.  
Весы универсальные 601.  
Весы Фербенкс 198.  
Весы циферблатные 581.  
Ветивен 602.  
Ветивенол 602.  
Ветиверовый корень 602.  
Ветиверон 602.  
Ветирон 602.  
Ветрогон 614.  
Взаимная индуктивность 617.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Взаимная индукция 375.  
 Взаимные расчеты 120.  
 Виброграмма 681.  
 Видимость относительная 691.  
 Визир 692.  
 Визирная ось 693.  
 Визирная плоскость 693.  
 Визирный крест 694.  
 Визирный прибор 99.  
 Виллут 414.  
 Вильфлея стол 411.  
 Вина игристые 713.  
 Винил 696.  
 Виниловый алкоголь 696.  
 Вино хлебное 860.  
 Виннокаменная кислота 697.  
 Винт уравнивательный 56.  
 Виолактрон 747.  
 Вирирование 748.  
 Виски 861.  
 Вискоид 752.  
 Висмут азотнокислый 766.  
 Висмут трехиодистый 766.  
 Висмут треххлористый 766.  
 Висмута гидрат окиси 765.  
 Висмутит 764.  
 Висмутовый блеск 767.  
 Висмутосульфид 764.  
 Витастеролы 773.  
 Виток винтовой линии 737.  
 Вихревая линия 775.  
 Вихревая нить 775.  
 Вихревая поверхность 775.  
 Вихревой слой 775.  
 Вихревой шнур 775.  
 Вихревые кольца 777.  
 Влага гигроскопическая 868.  
 Влага гравитационная 868.  
 Влага капиллярная 868.  
 Влагоемкость почвы 866.  
 Влажность почвы 868.  
 Вода артезианская 815, 816.  
 Вода глубинная 815, 816, 909.  
 Вода горькая 822.  
 Вода грунтовая 815, 906, 908.  
 Вода грунтовая минеральная 816.  
 Вода естественная минеральная 820.  
 Вода железная 822.  
 Вода жесткая 813.  
 Вода известковая 822.  
 Вода искусственная минеральная 825.  
 Вода конституционная 805.  
 Вода кристаллизационная 806.  
 Вода минеральная 820.  
 Вода мышьяковистая 822.  
 Вода питьевая 806, 827.  
 Вода подземная 815, 816, 819.  
 Вода почвенная 815, 816.  
 Вода сельтерская 826.  
 Вода сернистая 822.  
 Вода содовая 826.  
 Вода фильтрационная 906.  
 Водное право 863.  
 Водные законодательства 864.  
 Водные пути сообщения 863.  
 Водный закон 863.  
 Водонапорные башни 898.  
 Водонепроницаемость почвы 867.  
 Водоотлив грунтовой 906.  
 Водоотлив подземный 906.  
 Водоотлив сборный 917.  
 Водоотлив центральный 917.  
 Водоочистители 850.  
 Водоочистения химические 841, 842.  
 Водоподъемная способность почвы 867.  
 Водопроницаемость почвы 867.  
 Водоупругие 842, 843.  
 Воды иппучие 826.  
 Воды щелочные 822.  
 Водяной пар 803.  
 Воздуходувки капсульные 472.  
 Воздушная дорога 795.  
 Волокно лигтерованное 387.  
 Воломит 91.  
 Волчок пыльный 683.  
 Вольфрамид 167.  
 Ворвань 360.  
 Восстановление нити 760.  
 Выбленка 354.  
 Выправление рек 790.  
 Вычитание векторов 415.  
 Вышка американская 42.  
 Вышка буровая 41.  
 Вышка Вудворта 44.  
 Вышка железная 44.  
 Вьюрок 689.  
 Газ рудничный 495.  
 Газовая горелка 21.  
 Галлизация 712.  
 Ганит 900.  
 Гарнетта проволока 398.  
 Гарниссаж 391.  
 Гауса теорема 422.  
 Гейзеры 821, 823.  
 Геликоид 738.  
 Гелиос 770.  
 Гелиотропизм 349.  
 Геологическая линия 738.  
 Гестрополярные соединения 295.  
 Гигроскопичность почвы 866.  
 Гидраты 805.  
 Гидрозогины 909.  
 Гидроперекись 948.  
 Гидросиловые установки 899.  
 Гипотермы 821.  
 Гири подвесные 588.  
 Гистерезис колебательный 156.  
 Глазури глинистая 23.  
 Глазури полевошпатовая 23.  
 Глазури свинцовая 22.  
 Глиномешалка 74.  
 Говьяне сало 170.  
 Голова бун 24.  
 Головка вышки 41.  
 Гомеополярные вещества 304.  
 Гомеополярные соединения 295, 304.  
 Горизонтальное перемещение 793.  
 Горизонты воды 886.  
 Градиент 419.  
 Гребень бун 24.  
 Грот-ванты 354.  
 Давление динамическое 455.  
 Давление статическое 455.  
 Давление суммарное 455.  
 Двигатели ветряные 605.  
 Двигатели карусельные 610.  
 Двигатели крыльчатые 610.  
 Двойной предохранительный клапан 265.  
 Дебит воды 909.  
 Дебитор 119.  
 Деклуазит 345.  
 Деление векторов 416.  
 Дендриты 267.  
 День 762.  
 Депрессионметр 497.  
 Дерби-дублер (система прядения) 685.  
 Дерциноль 360.  
 Дерматол 766.  
 Детонатор 637.  
 Дефицит 785.  
 Дефлекторы 491.  
 Деформация ионов 303.  
 Джеспер 413.  
 Диаметр эквивалентный 462.  
 Дибутирин 108.  
 Дивергенция вектора 419.  
 Дивинилсульфид 697.  
 Дивинная кислота 698.  
 Диколь 359.  
 Диметилэтилен 108.  
 Диметилэтилен несимметрический 108.  
 Динамическое давление 455, 488.  
 Диоксиантарная кислота 697.  
 Диоптры 692, 693.  
 Дифференциальный оператор Гамильтона 420.  
 Дифференциальный оператор Лапласа 421.  
 Диффузор 461.  
 Добавочная вальцовая масса 331.  
 Доки 899.  
 Долото 51, 75.  
 Домкраты 795.  
 Дресс 875.  
 Друссета 397, 398.  
 Дурак 885.  
 Дуробакс 885.  
 Дубели 550.  
 Единичные векторы 416.  
 Единица Кюри 823.  
 Единица Махе 822, 823.  
 Емкость антенны 914.  
 Жало 52.  
 Жесткость воды 810, 813.  
 Жженая олифа 358.  
 Жженое масло 358.  
 Жолоб качающийся 799.  
 Жолоб сточный 905.  
 Забой 36.  
 Забойка внешняя 634.  
 Заболевание декомпрессионное 877.  
 Завод салотопенный 185.  
 Запись висмута 765.  
 Закрытое верхнее строение 564.  
 Заливка подбашмачная 61.  
 Замаяки 283.  
 Замки взрезные 629.  
 Замощение 572.  
 Затворы винтовочные 739.  
 Затопление шахт 910.  
 Затраты капитальные 124.  
 Значность 293.  
 Золка кони 118.  
 Зона беспыльная 633.  
 Зона нейтральная (в вентиляции) 493.  
 Зона пыльная 633.  
 Зона санитарная охранная 929.  
 Зумпф 909.  
 Зумпф-квершлаг 910.  
 Игра колец 777.  
 Идокраз 414.  
 Изобутан 108.  
 Изовалериановая кислота 305.  
 Изованилин 349.  
 Изосафол 349.  
 Изозенгол 349.  
 Индантрен темносиний 747.  
 Инкир 697.  
 Инлед-линолеум 324.  
 Интерферометр 624, 626.  
 Иодокись висмута 766.  
 Испаряемость почвы 867.  
 Источники борные 822.  
 Источники горячие 821.  
 Источники кремнекислые 822.  
 Источники минеральные 821.  
 Источники нормальные 821.  
 Источники радиоактивные 822.  
 Источники теплые 821.  
 Источники холодные 821.  
 Каберне 706.  
 Кагаты 22.  
 Калибры контрольные 624.  
 Калибры образцовые 623.  
 Калибры рабочие 624.  
 Калибры справочные 624.  
 Калибры эталонные 623.  
 Калифорнит 414.  
 Калориметр Карпентера 787.  
 Камеры насосные 916.  
 Капсоль-детонатор 637.  
 Компенсаторы 900.  
 Канадский способ бурения 47.  
 Каналы вытяжные 483.  
 Каналы приточные 483.  
 Капон 388.  
 Каптаж 821.  
 Карбидный метод 869.  
 Карбонаты 90.  
 Каркас 241.  
 Карнотит 345, 347.  
 Карта гидрогеологическая 909.  
 Карусельный тип мастерских 208.  
 Карстовое масло 359.  
 Квадрат 601.  
 Кессиловый спирт 306.  
 Кессо 306.  
 Кестерса аппарат 626.  
 Киршвассер 861.  
 Койлер 688.  
 Конили 335.  
 Кокоры 312.  
 Колесо водоподъемное 921.  
 Колесо Девиса 213.  
 Колодец водобойный 871.

- Холодец приемный 906.  
 Колодина шахтовая 57.  
 Колошник 256.  
 Кольца установительные 315.  
 Компаратор 624.  
 Конвейеры 799.  
 Конденсер 687.  
 Конденсерная система пряде-  
 ния 685.  
 Кондуктор 57.  
 Коньянер 349.  
 Конопатка 388, 901.  
 Контр-калибры 622.  
 Координационная теория 297.  
 Координационное число 297.  
 Копир 744.  
 Корневая гниль 707.  
 Коромысло 581.  
 Коронка зубчатая 39.  
 Корпия 388.  
 Корреспонденция счетов 119.  
 Костылевна 388.  
 Костыль 554.  
 Коэффициент балласта 561.  
 Коэффициент безопасности 913.  
 Коэффициент взаимной индук-  
 ции 617.  
 Коэффициент водомера 890.  
 Коэффициент водообильности 913.  
 Коэффициент сщепления 579.  
 Коэффициент трения воздуха 486.  
 Крапы 283, 796.  
 Кратцеры 798.  
 Кредит 119.  
 Кривые сравнения 368.  
 Кроветушка 185.  
 Круговая система на заводах 207.  
 Ксантогенат целлюлозы 751, 754.  
 Ксероформ 766.  
 Кузов 223.  
 Кузов вагона 227.  
 Кулак 712.  
 Кулажирование 712.  
 Курс самолета 606.
- Лагранжа-Эйлера уравнение**  
 370.  
 Лампадит 267.  
 Ласточник 405.  
 Лебедки 796.  
 Левая винная кислота 698.  
 Легкие 185.  
 Лед 803.  
 Лед донный 929.  
 Лигнин 387.  
 Лимниграфы 887.  
 Лимонит 96.  
 Линейка маршрутная 629.  
 Линейка сигнальная 629.  
 Линейка стрелочная 629.  
 Линкруста 324.  
 Линоксин 323.  
 Линолеум 324, 325.  
 Линолеумовые обои 324.  
 Лиштер 387, 395.  
 Лиштер хлопковый 682.  
 Листовень 405.  
 Листовертки 707.  
 Лоб 52.  
 Ложка 46.  
 Локсодромия 737.  
 Лопастное колесо 456.  
 Лунеты 328.
- Магнитный спад** 779.  
 Манометр депрессионный 496.  
 Манометрический нпд 457.  
 Мараскин 784.  
 Марки грузовые 393.  
 Масла полимеризованные 358.  
 Машина вакуумная 112.  
 Машина концентральной 683.  
 Машина фидерная 114.  
 Машина центрифугальная 760.  
 Машины кардные 686.  
 Машины проветрительные 35.  
 Машины спиральные 342.  
 Машины чесальные 686.  
 Медно-марганцевая руда 267.  
 Мелиорации земельные 862.  
 Мельницы голландские 608.  
 Мельницы козловые 608.  
 Мельницы немецкие 608.  
 Мельницы шатровые 608.
- Местные сопротивления 455, 486.  
 Метаванадиевая кислота 346.  
 Метавинная кислота 698.  
 Метависмутовая кислота 766.  
 Метилэтилуксусная кислота 305.  
 Метод  $\frac{1}{4}$  длины волны 914.  
 Метод интерференции волн 914.  
 Метод поглощения волн 914.  
 Метод подбора 621.  
 Метод приглушения волн 914.  
 Метод емкости волн 914.  
 Метрополитен 224.  
 Микроанометры 497.  
 Мильдюю 707.  
 Миниметр 624.  
 Минигальезы 333.  
 Многоойлерная система пряде-  
 ния 685, 688.  
 Монобутирин 108.  
 Морели 784.  
 Мотрамит 345.  
 Мустомеры 709.
- Набивка** 900.  
 Набл 420.  
 Напряжения вихревой нити 775.  
 Насос Лангмира 277.  
 Насос молекулярный Гольвега 281.  
 Насосы вакуумные 278.  
 Насосы вращающиеся молекуляр-  
 ные 281.  
 Насосы диафрагмные 908.  
 Насосы диффузионно-конденса-  
 ционные 279.  
 Насосы Летестю 908.  
 Насосы паровые 908, 915.  
 Насосы плунжерные 925.  
 Насосы поршневые 604, 915, 925.  
 Насосы центробежные 912, 925.  
 Насосы штанговые 915.  
 Насосы форвакуумные 277.  
 Насосы центробежные 604, 908.  
 Нассауский древовал 312.  
 Настыль 391.  
 Нафта 268.  
 Неврин 697.  
 Недостаток насыщения 785.  
 Незаменяемость показаний ве-  
 сов 580.  
 Ножницы 38.  
 Номенклатура счетов 119.  
 Норни 611, 799, 922.  
 Нормальная валериановая кис-  
 лота 305.
- Обезвоживание** 910.  
 Обжарки 179.  
 Обжигательная печь 179.  
 Обратные векторы 416.  
 Обтюрация 739.  
 Озонирование воды 835.  
 Окись ванадия 346.  
 Окись висмута 765.  
 Окейлка вина 711.  
 Олифа типографская 359.  
 Олифы 362.  
 Опронидыватели 795.  
 Оптиметр 624.  
 Орошение 862.  
 Ортизон 952.  
 Ортованадиевая кислота 346.  
 Освещение вагона 227.  
 Основания (в трамв. путях) 569.  
 Осушение 862.  
 Ось винта 738.  
 Ось винтовая 746.  
 Ось вращения—скольжения 746.  
 Отбелка бумажного брака 21.  
 Отверстие эквивалентное 462.  
 Отверстия вытяжные 484.  
 Отверстия приточные 484.  
 Отвес 580.  
 Отделение утилизационное 185.  
 Отделение вагона 228.  
 Отсасывающие системы 481.  
 Отстаивание воды 827.  
 Охлаждение механическое 252.  
 Охра висмутовая 764, 765.  
 Охсы льняные 388.  
 Очистка воздуха 482.  
 Очищение воды 827.
- Панеляж** 571.  
 Папья 388.
- Папья джутовая 388.  
 Папья кедровая 388.  
 Папья мацильская 388.  
 Папья пенковая 388.  
 Пальмер 624.  
 Пань 770.  
 Параметр винтовой скорости 738.  
 Партеноархические плоды 697.  
 Пастель 270.  
 Патронит 345, 347.  
 Педро-хименес 706.  
 Пеньер 400, 686.  
 Пергидрит 952.  
 Пергидроль 951.  
 Передний горн 348.  
 Перемычка 902.  
 Перлит 167.  
 Перья 52.  
 Песок формовочный 209.  
 Петю 740.  
 Петролатум 267.  
 Печень 185.  
 Печь шахтная 256.  
 Пикнометрический метод 869.  
 Пино-гри 706.  
 Пиробитумен 356.  
 Пированадиевая кислота 346.  
 Пирролюзит 22, 267.  
 Платформы 232.  
 Плотина 899.  
 Плотина Пуаре 790.  
 Поверхность воды 816.  
 Поверхность депрессионная 908.  
 Поверхность фреатическая 908.  
 Поводки 52.  
 Подавалка 60.  
 Подвесные дороги 795.  
 Подогреватели 136.  
 Подъемники 796.  
 Показатели выгоды рельса 551.  
 Полианит 267.  
 Полигонометрическое определе-  
 ние точек 104.  
 Полувагоны 232.  
 Полуванчес 354.  
 Полузапруды 24.  
 Полос зацепления 695.  
 Поля векторные 418.  
 Поля скалярные 418.  
 Поляризация ионов 303.  
 Поляризация молекул 303.  
 Полярные соединения 303.  
 Понтоны вертикальные 881.  
 Понур 870.  
 Породы водоносные 910.  
 Порох пироксилиновый 739.  
 Пост подомерный 886.  
 Пост мостовой 887.  
 Пост речной 887.  
 Пост свайный 887.  
 Пост цепной 887.  
 Поток вектора 419.  
 Правая винная кислота 697.  
 Прибор тяговой 240.  
 Принцип Гамильтона 372.  
 Принцип Шалля 618.  
 Продукты масла 361.  
 Промывка воздуха 483.  
 Промывка забоя 70.  
 Пропитка шпал 549.  
 Прочность весов 581.  
 Процесс анаэробный 869.  
 Прямолинейная система работ 208.  
 Псевдобутилен 108.  
 Псилометан 267.  
 Пульзомер 908, 911.  
 Пух верблюжий 403.  
 Пух древесный 389.  
 Пух козий 403.  
 Пух растительный 388.  
 Пухерит 345.  
 Пылеотстойник 482.  
 Пьезогипсы 909.  
 Пятиокись ванадия 346.
- Работы ливневые** 62.  
 Работы мелиоративные 864.  
 Радиоактивность воды 822.  
 Разнога 179.  
 Рапид 311.  
 Раскальватель 882.  
 Расход воды 889.  
 Расширитель 51.  
 Реактив Гриса 807.  
 Реакции водоочистения 842.

- Регулирование рек 790.  
 Рейтеры 586.  
 Резерват 355.  
 Резонанс 678.  
 Рейка весовая 887.  
 Река манагизованная 921.  
 Река шлюзованная 921.  
 Рельсовые пути 794.  
 Рельсовый стык 554.  
 Решета 615.  
 Ринно 314.  
 Рисберма 870.  
 Рислинг 706.  
 Ритца метод 371.  
 Ровница 687.  
 Ром 861.  
 Роскоелит 345.  
 Ротор 374.  
 Рубка котлом 307.  
 Руда бобовая 97.  
 Руда дерновая 96.  
 Руда луговая 96.  
 Ружейное ложе 745.  
 Рундвейс 706.  
 Рыбий хвост 75.
- Саксонская система прядения 684.**  
 Сало 929.  
 Салотопенный завод 185.  
 Самотаски 798.  
 Самотаск 710.  
 Сафрол 349.  
 Обоина 614.  
 Сварка стыков 567, 577.  
 Сверлилки реверсивные 878.  
 Свеча 76.  
 Свободный ход 438.  
 Секционные котлы 137.  
 Сельфакторы 688.  
 Семильон 706.  
 Сигнативы 362.  
 Сирдус 770.  
 Система обойная 760.  
 Система вала 623.  
 Система отверстия 623.  
 Скаляр 414.  
 Скалярная величина 414.  
 Скатерть 816.  
 Скаты 222.  
 Снафандр 873.  
 Скелет кузова 241.  
 Скоростный напор 455, 485.  
 Скребок 798.  
 Скребок (нож) 334.  
 Сложение векторов 415.  
 Смеси 395, 684.  
 Смоковница 697.  
 Смола корабельная 356.  
 Сопротивление трения 485.  
 Сортировки 861.  
 Спицы тангентные 435.  
 Сплав Вуда 769.  
 Сплав Липовица 768.  
 Сплав Розе 769.  
 Сплавы ванадия 347.  
 Спрудели 821.  
 Сродство 296.  
 Сталь инструментальная 166.  
 Сталь самокальная 164.  
 Сталь хромовольфрамовая 164.  
 Станок буровой 39.  
 Станок вращательный буровой 72.  
 Станок пенсильванский канатный буровой 64.  
 Статическое давление 455.  
 Статор 374.  
 Ствол (винтовки) 744.  
 Стекла зеленые бутылочные 112.  
 Стокса теорема 422.  
 Стол вращательный 72.  
 Столы роликовые 798.  
 Стык внахлестку 555.  
 Стык лапчатый 555.  
 Стык мостовой 555.  
 Стык рельсовый 554.  
 Стык сборный 567.  
 Суда комбинатные 901.  
 Суммарное давление 455, 492.  
 Спены 199.
- Тавкверы 706.**  
 Такелаж 354.  
 Тали 796.  
 Талреп 354.  
 Тампонаж сваями 60.  
 Танк подводный 879.  
 Тележка 226.  
 Теорема Шаля 746.  
 Теория полярных соединений 298.  
 Термы 821.  
 Типографская масса 330.  
 Тифтин 875.  
 Товарищество мелиоративное 865.  
 Тонирование 748.  
 Топ 354.  
 Топорик 52.  
 Топорик 307.  
 Топс 770.  
 Торнет 900.  
 Травертины 823.  
 Тракторы 310, 311.  
 Трансмиттер 152.  
 Транспортёр универсальный 798.  
 Транспортёры 797.  
 Транспортёры гравитационные 800.  
 Транспортёры звеньевые 798.  
 Транспортёры ленточные 798.  
 Транспортёры пластинчатые 798.  
 Транспортёры трубные 799.  
 Трансформатор конденсаторный 151.  
 Трапи 351.  
 Трешало 405.  
 Треугольник скоростей 606.  
 Треш 329.  
 Трибутирин 108.  
 Трилло 314.  
 Триметилглуксусная кислота 305.  
 Триолин 324.  
 Труба Вентури 890.  
 Труба водоотливная 902.  
 Трубка Питто 489, 498.  
 Трубка Прантля 489.  
 Трубы обсадные 61.  
 Трусыны 799.  
 Тунгосин 323.  
 Тубы 575.
- Уайт-рот 707.**  
 Убойная камера 178.  
 Убойное колесо 178.  
 Увлажнение воздуха 483.  
 Угар 388.  
 Углекислота агрессивная 809.  
 Угломер 102.  
 Угол ветра 606.  
 Угол дрейфа 606.  
 Угол сноса 606.  
 Удельная влажность 786.  
 Уровень гидростатический 908.  
 Уровень грунтовых вод 908.  
 Устойчивость весов 580.  
 Устье 36.  
 Утилизационное отделение 185.
- Ферментация 350.**  
 Феррованадий 346, 347.  
 Фига 697.  
 Филлоксера 707.  
 Фильтр Бетгера 290.  
 Фильтр мешечный 482.  
 Фильтр Мура 290.  
 Фильтр Оливера 291.  
 Фильтр песочный 829.  
 Фильтр песочный английский 829.  
 Фильтр Портленда 291.  
 Фильтр Пюша ступенчатый 831.  
 Фильтр системы Джуела 832.  
 Фильтрование американское быстрое 832.  
 Фильтрование английское 828.  
 Фильтрование воды 828.  
 Фильтрование двойное 831.  
 Фильтрование многократное 831.  
 Фильтры американские 291.  
 Фильтры—ловители пыли 482.  
 Фильтры проходные 482.  
 Флоридина 360.
- Флорициноль 360.  
 Флюат 917.  
 Флюгарки 491.  
 Фольборит 345.  
 Фонарь направляющий 53.  
 Фонд мелиоративный 864.  
 Форник 901.  
 Форрейс-аппараты 401.  
 Форстенг-ванты 354.  
 Фрейфал 53.  
 Фрейфал Дудина 54.  
 Фурм 256.
- Характеристика вентилятора 463, 472.**  
 Хвосты 410.  
 Хлорокис висмута 766.  
 Ход винтовой линии 737.  
 Хребты 185.
- Цементация 900.**  
 Черноспориоз 707.  
 Цирены 375.  
 Циркуляционный поток 776.  
 Циркуляция вектора 420.  
 Циркуляция по контуру 775.  
 Циркуляция принудительная 252.  
 Цистерны 901.
- Чахлут 395, 682.**  
 Четырехвальцовый станок 334.  
 Четырехокис ванадия 346.  
 Чигирь 611, 921.  
 Число кислородное 358.  
 Чувствительность весов 580.
- Шаг винтовой линии 738.**  
 Шапка (в виноделии) 711.  
 Шапталлизация 712.  
 Шахта вагранки 262.  
 Швейцарский древовал 312.  
 Шелко-пух 389.  
 Шелк растительный 388.  
 Шерсть древесная 387.  
 Шерсть растительная 389.  
 Шестерки 175.  
 Шкала Форея и Уле 806.  
 Шлем (водолаза) 874.  
 Шленка 395.  
 Шлифы 283.  
 Шлюз камерный 790.  
 Шлюзы 899.  
 Шнеки 799.  
 Шпалер 744.  
 Шпат висмутный 764.  
 Шпация 881.  
 Шпур 639.  
 Штанга раздвижная 38.  
 Штанга трубчатая 75.  
 Штанга ударная 53.  
 Штандоль 359.  
 Штрек зумфовый 910.
- Щипок 397.**  
 Щипок русский 397.  
 Щиты предохранительные 240.
- Эбонит 322.**  
 Эгранпуары 709.  
 Эжектор 933.  
 Экстагустеры 465, 482.  
 Экстрактор 741.  
 Экстремали 370.  
 Экстремум 368.  
 Элеваторы 799.  
 Электроемкость проводника 914.  
 Электрон 298.  
 Электросродство 295.  
 Энергия решетки 301, 302.  
 Этилатилен 108.  
 Эффективная  $t^{\circ}$  479.  
 Эффективный обмен воздуха 479.
- Ярус 22.**  
 Яс 38.  
 Яс пружинный 55.  
 Ящики водоотливные 916.  
 Ящики шпальные 573.