

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

---

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БЕРНШТЕЙН-КОГАН С. В., ВИЛЬЯМС В. Р., ВОЛЬФ-  
СОН М. Б., ГЕНДЛЕР Е. С., ГУБКИН И. М., ДОЛГОВ А. Н.,  
ИОФФЕ А. Ф., ИПАТЬЕВ В. Н., КАГАН В. Ф., КАЛИННИКОВ  
И. А., КЕГЖЕНЦЕВ П. М., КИРПИЧЕВ М. В., КРЖИЖАНОВСКИЙ  
Г. М., КРИЦМАН Л. Н., КУЗЬМИНСКИЙ К. С., КУЙБЫШЕВ В. В.,  
ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., ЛЕНГНИК Ф. В., ЛИНДЕ В. В., МАР-  
ТЕНС Л. К., МЕЩЕРЯКОВ Н. Л., ОСАДЧИЙ П. С., ФЕДОРОВ-  
СКИЙ Н. М., ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ЭССЕН А. М.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ОДИННАДЦАТЫЙ  
КОПЕР — ЛЕСА И ПОДМОСТИ



---

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»  
МОСКВА ♦ 1930

Издание осуществляется Акционерным Обществом «Советская Энциклопедия» при Коммунистической Академии ЦИК СССР, пайщиками которого состоят: Государственное Издательство РСФСР, Государственное Медицинское Издательство РСФСР, Издательство Коммунистической Академии, ВЦСПС, Гострудиндат, Издательство «Работник Просвещения», Издательство Н. К. Рабоче-Крестьянской Инспекции СССР, Издательство «Известия ЦИК СССР», Издательство «Правда», Акционерное Общество «Международная Книга», Государственный Банк СССР, Банк Долгосрочного Кредитования Промышленности и Электрохозяйства СССР, Внешторгбанк СССР, Мосполиграф, Госстрах СССР, Всебумпром, Центросоюз, Госпромцветмет, Всесоюзный Текстильный Синдикат, Анилтрест, Азнефть, Резинотрест, Сахаротрест, Орудийно-Арсенальный Трест. Председатель Правления Н. Н. Накоряков. Члены: О. Ю. Шмидт, И. Е. Гершензон, А. П. Спунде, П. Г. Саратовцев, Л. И. Стронгин, Э. Ф. Розенталь.

Редакционная работа по XI тому ТЭ закончена 15 июня 1930 года.

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

16-я типография «Мосполиграф», Москва, Трехпрудный пер., 9.  
Главлит А 52 151. Тираж 21 000 экз.

# РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

## РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

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

Зам. Гл. Редактора—проф. **М. Б. Вольфсон.** | Зав. Издат. Частью—**К. С. Кузьминский.**  
Пом. Гл. Редактора—инж. **Б. Э. Шпринк.** | Ученый Секретарь—**Н. П. Ракицкий.**

## РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p>Авиация, воздухоплавание.<br/><b>Юрьев Б. Н.</b>, проф.</p> <p>Автомобильное дело, авиац. и автомобильные двигатели, двигатели внутрен. сгорания.<br/><b>Брилинг Н. Р.</b>, проф.<br/><b>Гиттис В. Ю.</b>, проф.<br/><b>Мартене Л. К.</b>, проф.</p> <p>Архитектура, строительное дело, городское благоустройство, коммунальное хоз-во.<br/><b>Долгов А. Н.</b>, проф.<br/><b>Щусев А. В.</b>, акад. архит.<br/><b>Запорожец И. К.</b>, архит.<br/><b>Красин Г. Б.</b>, инж.<br/><b>Белоусов В. Я.</b></p> <p>Астрономия.<br/><b>Михайлов А. А.</b>, проф.</p> <p>Бумажное производство.<br/><b>Жеребов Л. П.</b>, проф.</p> <p>Военная и морская техника, судостроение.<br/><b>Струнников В. Т.</b>, проф.<br/><b>Фишман Я. М.</b></p> <p>Геодезия (вышая и низшая).<br/><b>Бонч-Бруевич М. Д.</b><br/><b>Орлов П. М.</b>, проф.</p> <p>Гидротехника, гидравлика.<br/><b>Эссен А. М.</b>, инж.</p> <p>Детали машин и подъемные механизмы.<br/><b>Холмогоров И. М.</b>, проф.<br/><b>Сидоров А. И.</b>, проф.</p> <p>Добыч. промышл., горное дело.<br/><b>Губкин И. М.</b>, акад.</p> <p>а) Геология и минералогия.<br/><b>Федоровский Н. М.</b>, проф.</p> <p>б) Драгоценные камни.<br/><b>Ферман А. Е.</b>, акад.</p> <p>в) Каменный уголь.<br/><b>Терпигоров А. М.</b>, проф.</p> <p>г) Руда металлическая.<br/><b>Таубе Е. А.</b>, проф.</p> <p>Силикатн. промышленность.<br/><b>Швецов Б. С.</b>, проф.<br/><b>Юрганов В. В.</b>, проф.</p> <p>Дороги и дор. строительство.<br/><b>Крынин Д. П.</b>, проф.</p> <p>Железнодорожное дело.<br/><b>Сыромятников С. П.</b>, проф.</p> <p>Кожевенное дело.<br/><b>Павлович П. И.</b>, проф.</p> | <p>Красящие вещества, крашение и ситцепечатание.<br/><b>Порай-Кошиц А. Е.</b>, проф.</p> <p>Лесоводство.<br/><b>Кобранов Н. П.</b>, проф.</p> <p>Математика.<br/><b>Каган В. Ф.</b>, проф.</p> <p>Материаловедение.<br/><b>Флоренский П. А.</b>, проф.</p> <p>Металлургия черных и цветных металлов.<br/><b>Павлов М. А.</b>, проф.<br/><b>Евангулов М. Г.</b>, проф.</p> <p>Механика прикладная и теория механизмов.<br/><b>Малышев А. П.</b>, проф.<br/><b>Радциг А. А.</b>, проф.</p> <p>Механика строительная и графостатика.<br/><b>Прокофьев И. П.</b>, проф.</p> <p>Механика теоретическая.<br/><b>Некрасов А. И.</b>, проф.</p> <p>Мосты.<br/><b>Передерий Г. П.</b>, проф.<br/><b>Стрелецкий Н. С.</b>, проф.</p> <p>Мукомольное дело, мельницы и элеваторы.<br/><b>Пакуто М. М.</b>, проф.<br/><b>Козьмин П. А.</b>, проф.</p> <p>Организация производства, стандартизация.<br/><b>Керженцев П. М.</b><br/><b>Шпильрейн И. Н.</b>, проф.<br/><b>Бурдский И. М.</b>, инж.<br/><b>Ноа Ф. Г.</b>, инж.</p> <p>Паровые котлы и машины.<br/><b>Кирпичев М. В.</b>, проф.<br/><b>Рамзин Л. К.</b>, проф.<br/><b>Соловьев П. М.</b>, проф.</p> <p>Полиграфическая промышленность.<br/><b>Вольфсон М. Б.</b>, проф.<br/><b>Кузьминский К. С.</b><br/><b>Михайлов С. М.</b></p> <p>Промышленная гигиена и техника безопасности.<br/><b>Капун С. И.</b>, проф.<br/><b>Хлопн Г. В.</b>, проф.</p> <p>Радиотехника.<br/><b>Баженов В. И.</b>, проф.</p> <p>Резиновое производство.<br/><b>Лурье М. А.</b>, инж.</p> | <p>Сельское хозяйство, с.-х. машины и орудия.<br/><b>Вильямс В. Р.</b>, проф.</p> <p>Сопроствление материалов.<br/><b>Худяков П. К.</b>, проф.<br/><b>Лебедев С. Ф.</b>, проф.</p> <p>Текстильное дело и технология волокнистых веществ.<br/><b>Линде В. В.</b>, проф.</p> <p>Теплотехника, термодинамика, энергетика.<br/><b>Грачнев М. В.</b>, проф.<br/><b>Рамзин Л. К.</b>, проф.<br/><b>Соловьев П. М.</b>, проф.</p> <p>Техника освещения.<br/><b>Лапиров-Скобло М. Я.</b>, проф.</p> <p>Технология и производство взрывчатых веществ.<br/><b>Ипатьев В. Н.</b>, акад.</p> <p>Технология дерева.<br/><b>Дешевой М. А.</b>, проф.<br/><b>Квятковский М. Ф.</b>, проф.</p> <p>Технология и обработка металлов.<br/><b>Грачев К. Ф.</b>, проф.<br/><b>Чарновский Н. Ф.</b>, проф.</p> <p>Технология строительных материалов.<br/><b>Эвальд В. В.</b>, проф.<br/><b>Лахтин Н. К.</b>, проф.</p> <p>Технология углеводов, винокурение, пивоварение.<br/><b>Церевитинов Ф. В.</b>, проф.</p> <p>Физика.<br/><b>Иоффе А. Ф.</b>, акад.<br/><b>Лебединский В. К.</b>, проф.</p> <p>Химич. промышленность.<br/><b>Шейн С. Д.</b>, инж.</p> <p>Химия (орган., неорган., физ. химия и хим. технология).<br/><b>Бах А. Н.</b>, акад.</p> <p>Холодильное дело.<br/><b>Рязанцев А. В.</b>, проф.</p> <p>Экономика.<br/><b>Вольфсон М. Б.</b>, проф.<br/><b>Гинзбург А. М.</b></p> <p>Электротехника.<br/><b>Осадчий П. С.</b>, проф.<br/><b>Юрьев М. Ю.</b>, проф.<br/><b>Шпильрейн Я. Н.</b>, проф.<br/><b>Кулебакин В. С.</b>, проф.</p> |
|---|---|--|
- Соредакторы: инж. **Белькинд Л. Д.**; проф. **Беркенгейм Б. М.**; проф. **Вавилов С. И.**; **Медведев С. С.**; проф. **Попов А. С.**; **Серебренников М. Г.**; проф. **Смирнов Н. Н.**; инж. **Соколов Н. В.**; инж. **Эстрин С. Г.**; **Янковский В. М.**
- Научные сотрудники: канд. химии **Ельцина Н. М.**; инж. **Знаменский А. А.**; **Мельников И. И.**; инж. **Мушенко И. Н.**; инж. **Павлушков Л. С.**; **Ракицкий Н. П.**; инж. **Шпринк Б. Э.**; инж. **Эрвальд К. А.**; Зав. библиогр.: инж. **Таубман С. И.**
- Зам. Зав. Изд. Частью: **Маркуе В. А.**; Зав. Иллюстр. Отд.: **Тавастшерна В. Я.**; Зав. Худ.-Технич. Отд.: **Варшавский Л. Р.**; Тех. Ред.: **Волконский С. Н.**, **Гришинский А. С.**, **Карабанов К. В.**, **Ниваноров В. М.**, **Сакмаров Н. Г.**; Технич. Редакция при типографии: **Малкин А. Д.**, **Ротштейн Н. А.**; Зав. Корректорской: **Чернов Е. А.**

# 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).
тμ	миллимикроны (0,001 μ).
μμ	микромикрон(0,000001μ).
км <sup>2</sup>	квадратные километры.
га	гектары (квадратные гектометры).
а	ары (квадр. 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).
μг	микрограммы (0,001 мг).
к	караты (200 мг).
кл	килолитры (1 000 л).
гл	гектолитры (100 л).
дкл	декалитры (10 л).
л	литры.
дл	децилитры (0,1 л).
сл	сантилитры (0,01 л).
мл	миллилитры (0,001 л).
тм	тоннометры.
ксм	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.
—до	от—до.
sin	синус.
tg	тангенс.
sc	секанс.
cos	косинус.
ctg	котангенс.
csc	косеканс.
arc sin	арксинус.
arc tg	арктангенс.
sh	гиперболический синус.

ch	гиперболич. косинус.
th	» тангенс.
∅	диаметр.
e	основание натуральных логарифмов.
lg	логарифм десятичный.
ln	» натуральный.
lim	предел.
Const	постоянная величина.
∑	сумма.
∫	интеграл.
~	приблизительно.
∞	бесконечность.
d	полный дифференциал.
∂	частный »

## III. Международные символы.

а) Единицы.	
A	ампер.
Ah	ампер-час.
W	ватт.
Wh	ватт-час.
kW	киловатт.
kWh	киловатт-час.
V	вольт.
mV	милливольт.
VA	вольт-ампер.
kVA	киловольт-ампер.
mA	миллиампер.
Ω	ом.
MΩ	мегом.
μΩ	микроом.
C	кулон.
VC	вольт-кулон.
H	генри.
J	джоуль.
F	фарада.
μF	микрофарада.
Å	ангстрем.
D	дина.
Cal	калория большая.
cal	» малая.
HP	лошадиная сила.
lm	люмен.
lx	люкс.
m	морг.

## б) Величины.

t°	температура обыкнов.
T°	» абсолютная.
t° <sub>кип.</sub>	температура кипения.
t° <sub>п.п.</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.
N	мощность.
T	период колебания.
f, ν	частота.

ω	угловая скорость, угловая частота.
Ω	боковая частота.
λ	длина волны.
φ	сдвиг фазы.
L	самоиндукция.
C	емкость.
R	сопротивление активное (ваттное).
ε	диэлектрич. постоянная.
μ	магнитн. проницаемость.
ρ	удельное сопротивление.
σ	удельная проводимость.
δ	декремент затухания.
Φ	магнитный поток.
H <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>t<sub>1</sub></sub>	уд. вес при t <sub>1</sub> ° по отношению к воде при t <sub>2</sub> °
[α]	[α] <sub>p</sub> угол вращения плоскости поляризации.
C <sub>и</sub>	[H <sup>+</sup> ] концентрация водородных ионов.
pH; P <sub>H</sub>	водородн. показатель.

## IV. Основные сокращения.

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

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

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

«АзНХ»—Азербайджанское нефтяное хо- зяйство, Баку.	«СП»—Строительная промышленность, Мо- сква.
БМЭ—Большая медицинская энциклопедия, Москва.	Спр. ТЭ—Справочник физических, химиче- ских и технологических величин, Москва.
БСЭ—Большая советская энциклопедия, Москва.	«СТ»—Санитарная техника, Москва.
«ВВ»—Военный вестник, Москва.	«СХ»—Социалистическое хозяйство, Мо- сква.
«ВВФ»—Вестник воздушного флота, Москва.	«ТД»—Торфяное дело, Москва.
«ВИ»—Вестник инженеров, Москва.	«ТитбП»—Телеграфия и телефония без про- водов, Н.-Новгород.
«ВС»—Вестник стандартизации, Москва.	«Труды ГЭЭИ»—Труды Гос. эксперимен- тального электротехнич. ин-та, Москва.
«ВТ»—Вопросы труда, Москва.	«Труды НАМИ»—Труды Научного автомо- торного института, Москва.
«ГЖ»—Горный журнал, Москва.	«Труды НИУ»—Труды Научного института по удобрениям, Москва.
«ГТ»—Гигиена труда, Москва.	«Труды ЦАГИ»—Труды Центрального аэро- гидродинамического ин-та, Москва.
«Ж»—Журнал Русского физико-химическо- го об-ва, Ленинград.	ТЭ—Техническая энциклопедия, Москва.
«ЖРМО»—Журнал Русского металлурги- ческого об-ва, Ленинград.	«УФН»—Успехи физических наук, Москва.
«ЖХП»—Журнал химической промышлен- ности, Москва.	«ХД»—Хлопковое дело, Москва.
«ИТИ»—Известия Теплотехнического инсти- тута им. проф. В. И. Гриневецкого и К. В. Кирша, Москва.	«AAZ»—Allgemeine Automobil-Zeitung, Wien.
«ИТПТ»—Известия текстильной промыш- ленности и торговли, Москва.	«A. Ch.»—Annales de Chimie et de Physique, Paris.
«МС»—Минеральное сырье, Москва.	AEG—Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
«МХ»—Мировое хозяйство и мировая по- литика, Москва.	AGFA—Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fa- brikation, Berlin.
«НИ»—Нерудные ископаемые, Ленинград.	«Am. Soc.»—Journal of the American Chemi- cal Society, Easton, Pa.
«НХ»—Нефтяное хозяйство, Москва.	«Ann. d. Phys.»—Annalen der Physik, Lpz.
ОСТ—Общесоюзные стандарты, Москва.	«Ann. Min.»—Annales des Mines, Paris.
«ПТ»—Промышленность и техника, СПб.	
«ПХ»—Плановое хозяйство, Москва.	
«СГ»—Социальная гигиена, Москва.	

- «B»—Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.
- BAMAG—Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Dessau.
- BASF—Badische Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a/R.
- BEAMA—The British Electrical and Allied Manufacturers Association, London.
- «B. u. E.»—Beton und Eisen, Berlin.
- Bayer—Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co., Köln a/R.
- «Ch. Ind.»—Chemische Industrie, Berlin.
- «Ch.-Ztg»—Chemiker-Zeitung, Cöthen.
- «Ch. Ztrbl.»—Chemisches Zentralblatt, Berlin.
- «CR»—Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, Paris.
- DIN—Deutsche Industrie-Normen.
- «Dingl.»—Dinglers polytechnisches Journal, Berlin.
- «EChZ»—Elektrochemische Zeitschrift, Berlin.
- «EMA»—Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau, Berlin.
- «EuM»—Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.
- «ETZ»—Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin.
- «GC»—Génie Civil, Paris.
- Handb. Ing.—Handbuch der Ingenieurwissenschaften, herausgegeben von L. Willmann, Th. Landsberg, E. Sonne, in 5 Teilen, 1910—25, Leipzig.
- «I. Eng. Chem.»—Industrial and Engineering Chemistry, Easton, Pa.
- I. G. Farben—Interessensgemeinschaft Farben-Industrie A.-G., Leverkusen b. Köln a/R.
- «JAIEE»—Journal of the American Institute of Electrical Engineers, New York.
- «J. Ch. I.»—Journal of the Society of Chemical Industry, London.
- «Lieb. Ann.»—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.
- NDI—Normenausschuss der deutschen Industrie.
- «PeKa»—Fachblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.
- «RGÉ»—Revue Générale de l'Électricité, Paris.
- «Soc.»—Journal of the Chemical Society, London.
- «St. u. E.»—Stahl und Eisen, Düsseldorf.
- Ullm. Enz.—Enzyklopädie der technischen Chemie, herausgegeben von F. Ullmann, Wien—Berlin, 1. Auflage, 1915—23, 2. Auflage erscheint ab 1928.
- «WeTeZ»—Westdeutsche Textil-Zeitung, Elberfeld.
- «Z. ang. Ch.»—Zeitschrift für angewandte Chemie, Berlin.
- «Z. d. VDI»—Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin.
- «ZFM»—Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, München.

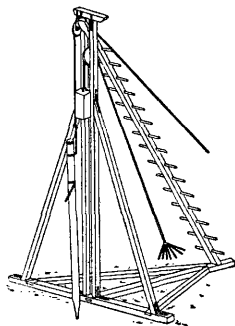
---

*В одиннадцатом томе ТЭ помещено 812 иллюстраций в тексте и восемь вкладок к статьям: «Коррозия»—1, «Котлостроение»—1, «Кузнечное производство»—2, «Кузов автомобильный»—2, «Ламповый приемник»—1 и «Ленточное производство»—1.*

## К

**КОПЕР**, устройство для забивки в грунт свай. Различают К. ручные, машинные (с механич. приводом каната для поднятия бабы), паровые (одиночного действия), пороховые (в настоящее время не применяются) и К. с бабами-молотами—паровыми или пневматическими (двойного действия).

**Ручные К.** Остовы ручных К. состоят из треноги или из горизонтальных рам треугольной или трапециодальной формы с укрепленными на них стрелами, или ногами, состоящими из одного или двух брусьев и служащими направляющими при движении бабы. Остовы ручных копров делают деревянные; конструкция остова ясна из фиг. 1. Высота ручных К.—6—9 м. Более низкими и легкими являются К.-треноги; более высокими и тяжелыми—рамные с вертикальными стрелами.



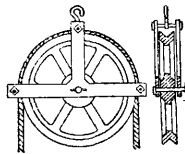
Фиг. 1.

Бабы ручных К. обыкновенно чугунные, весом 250—700 кг, а иногда и деревянные; вес деревянной бабы 100—250 кг.

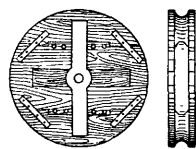
Чугунные бабы д. б. отлиты из мелкозернистого нехрупкого чугуна, иметь вид прямоугольного параллелепипеда с квадратным основанием; чтобы баба свободно двигалась между стрелами К. и в то же время направлялась ими, в ней оставляют при отливке 2 или 4 сквозных отверстия для вставки в них железных полос («пальцев») с выступающими концами; верхняя часть бабы прикрепляется кольцом к лопарному канату. Деревянные бабы делают из крепкого сухого кряжа, преимущественно дубового, толщиной 35—53 см; длина бабы—до 1,4 м; деревянные бабы имеют форму усеченной пирамиды или усеченного конуса, стянутых двумя или тремя бугелями из полосового железа. Деревянные бабы быстро мочалются и применение их экономически невыгодно. Малый вес деревянных баб также ограничивает их применение, так как вообще нормальный вес бабы д. б. не менее чем в 2,5 раза больше веса свай.

Оснастка ручного К. состоит из: 1) укрепляемого наверху К. шкива или ко-

леса с болтом, через к-рые перекидывается канат (лопась) для поднятия бабы; 2) блока для подъема свай, прикрепляемого обыкновенно выше шкива к перекладине над стрелами (голова К.); 3) лопаря, служащего для поднятия бабы, для чего одним концом его прикрепляют к ушку бабы, а другим перекидывают через шкив; 4) кошек или веревок, привязываемых к свободному концу лопаря для поднятия бабы; 5) такельного каната



Фиг. 2.



Фиг. 3.

(танька) для подъема и установки свай, продаваемого через блок, прикрепленный к голове К. Устройство и закрепление шкива д. б. такими, чтобы сопротивление от жесткости каната, трение по оси шкива и трение бабы о стрелы копра были минимальными. Условия эти достигаются соответственным увеличением диаметра шкива и такой установкой, чтобы при поднятии бабы лопарем последний был параллелен стрелам К. Шкивы для подъема бабы применяют чугунные (фиг. 2), железные и деревянные; последние из 3—4 рядов досок, сколоченных слоями друг к другу перпендикулярно (фиг. 3). Диаметр таких шкивов д. б.  $\geq 50$  см. Лопась—толстый пеньковый канат 100—150 мм в окружности, служащий для поднятия бабы,



Фиг. 4.



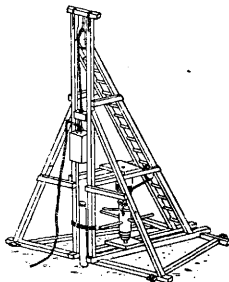
Фиг. 5.

к которой он прикрепляется одним концом (фиг. 4). К другому концу лопаря, перекинутого через шкив, прикрепляются более тонкие канаты (25—50 мм в окружности), называемые кошками (фиг. 5), за к-рые берутся рабочие. Для ручного К. длина лопаря д. б. такова, чтобы последний, будучи привязан за ушко поставленной у основания К. бабы и перекинут через шкив, спускался с него на длину 1,20—2 м. Для предохранения лопаря от изнашивания толщина его д. б. взята с запасом против нагрузки на ~20%. Средняя

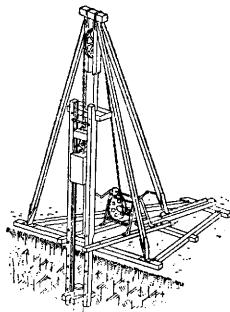
продолжительность службы каната при непрерывной работе от 1 до 1,5 месяца. Блок для подъема свай применяется деревянный или металлический, диам.  $\geq 15$  см. Такелажный канат, служащий для подъема и установки свай, берут в зависимости от веса свай до 75 мм в окружности.

Ручные К. применяют лишь в том случае, когда при незначительности свайных работ затраты на машинный К. не окупаются.

**Машинные К.** Первые попытки устройства машинных К. относятся к 1707 г. и принад-

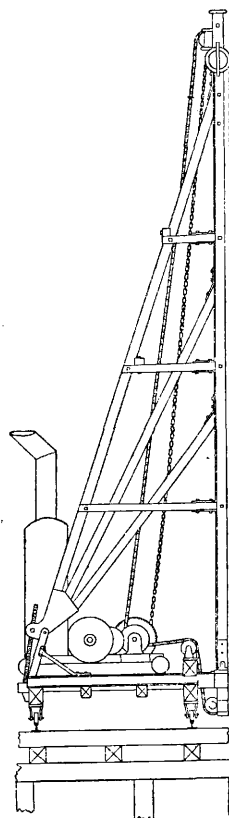


Фиг. 6.

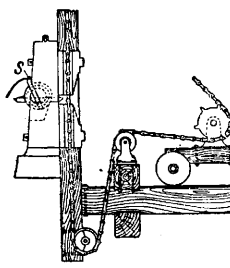


Фиг. 7.

лежат фран. ученому Деллагиру (de la Hire). Машинные К. отличаются от ручных главн. обр. высотой и способом поднятия и опускания бабы, а также значительным весом бабы, доходящим до 2 000 кг, и большими размерами самого остова К. — как нижней горизонтальной рамы, так и вертикальных стрел, имеющ. высоту до 15 м и более. Конструкция остова машинного К. такая же, как и ручного К. с двумя стрелами (фиг. 6 и 7), с той лишь разницей, что в машинных К. иногда (когда это требуется) стрелы устраиваются опускаемыми (фиг. 7); это дает возможность забивать сваи ниже основания К. без подбабка, что имеет весьма существенное зна-



Фиг. 8.

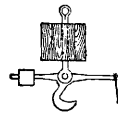


Фиг. 9.

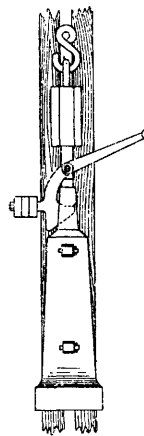
чение при забивке свай в котловане. Машинные копры можно разделить на 2 рода:

1) К., в которых баба поднимается канатом (фиг. 6) или цепью с двух концов (фиг. 7), и 2) К., в к-рых баба поднимается бесконечной цепью (фиг. 8 и 9). В К. второго рода в качестве источника движущей силы применяют паровой или иной механический двигатель.

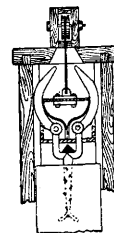
Оснастка машинного К. состоит из: 1) лопаря или цепи; 2) такельного каната; 3) блоков и шкивов для подъема бабы  $\varnothing \geq 50$  см; 4) блоков для подъема свай  $\varnothing \geq 15$  см; 5) приспособлений для подвешивания бабы: спускового крюка (фиг. 10), автоматич. действующего крюка (фиг. 11) и автоматически действующих клещей (фиг. 12); действие этих приспособлений ясно из фигур; 6) приспособлений для приведения бабы в действие; к таковым относятся: а) ворот, или шпиль, к-рый представляет собою деревянный вертикальный вал, вращаемый рабочими при помощи горизонтальных рукояток (аншпуг); конец лопаря наматывается или на ворот или на особый барабан с несколько большим диаметром; барабан имеет свободный ход, для того чтобы при спуске каната после подъема бабы не вращать всего механизма, а только один барабан с канатом; фиг. 6 показывает машинный копер с вертикальным деревянным воротом и барабаном; при более легких бабах иногда устраивают не вертикальный, а горизонтальный ворот (фиг. 13); б) лебедка, к-рая в зависимости от веса бабы бывает или с одиночной или с двойной зубчатой передачей и устанавливается там же, где и ворот, на нижней раме остова (фиг. 7); для вращения ворота или лебедки, поднимающей бабу, требуется на каждые 82—115 кг бабы по 1 рабочему; в) конный привод, устраивается в стороне от К. Тяжелые машинные К. должны иметь приспособления для свободного передвижения их по одному, а иногда и по двум направлениям.



Фиг. 10.



Фиг. 11.



Фиг. 12.

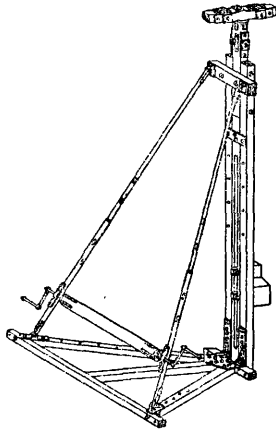
Из машинных К., относящихся по устройству привода к первому роду, с паров. двигателями, укажем на К. сист. Кретьена (фиг. 14). Он состоит из парового цилиндра А высотой 2,8 м и диам. 24 см, приводящего в движение бабу В весом 950 кг при помощи цепи С. Лебедка D служит для укорочения и удлинения цепи в зависимости от положения головы сваи. Наибольшая высота падения бабы 5 м. Число ударов в мин. 12—20. Благодаря шарнирному прикреплению стрел и цилиндра к горизонтальной раме эти части могут наклоняться, а потому можно забивать сваи с уклоном до 1:10.

Из машинных К. второго рода укажем на К. системы Менк и Гемброк (Menk & Hambrock); в нем (фиг. 8) баба поднимается бесконечной цепью Галля, приводимой в дви-



жение паровым двигателем. Деталь зацепления бабы за бесконечную цепь показана на фиг. 9. Зацепление бабы и ее срыв производятся при помощи рычага *S*, связанного с замыкающим аппаратом, стержень к-рого входит в звено цепи. Вес бабы 800—1 800 кг. Высота стрел 10—20 м. Высота подъема бабы произвольная. При подъеме бабы до 3 м можно получить 8—10 ударов в мин.

**Паровые К. одиночного действия** также бывают двух родов: 1) К., в к-рых паровая баба сконструирована с неподвижным поршнем и бьющим по свае цилиндром, и 2) К. с неподвижным цилиндром и бьющей по свае бабой, закрепленной на штоке поршня. В паровых К., вследствие ограниченной высоты подъема бабы, последней придают более тяжелый вес. Так, при забивке в 1928 году железобетонных свай под фундаменты зданий ЦИК и Совнаркома СССР в Москве применялись бабы



Фиг. 13.

системы Арциша весом от 2 000 до 12 000 кг. Высота падения паровых баб от 0,6 до 1 м; наибольшее число ударов от 50 до 100 в мин. Благодаря последнему обстоятельству работа копра с паровыми бабами в некоторых грунтах (пльвунах, вязких глинистых и особенно сыпучих песчаных) оказывается весьма производительной. В грунтах же упругих слишком большое количество ударов в мин. паровой бабы может привести к получению неправильного отказа; поэтому в таких случаях, чтобы убедиться в правильности отказа, надо дать свае передохнуть, а потом попробовать отказ. Это явление объясняется тем, что в упругих грунтах при слишком частых ударах создается накопление упругих деформаций грунта в окружающей сваю области, не успевающей в процессе забивки рассосаться вглубь, отчего сваля может давать преждевременный отказ.

Из паровых К. первого рода в СССР применяется преимущественно копер системы Арциша (фиг. 15), где *A*—бьющий по свае паровой цилиндр (баба), весом 850—900 кг, *у*—поршень цилиндра, имеющий два штока, из которых нижний *M*—сплошной, а верхний *M'*—полый. Нижний шток снабжен острым шты-



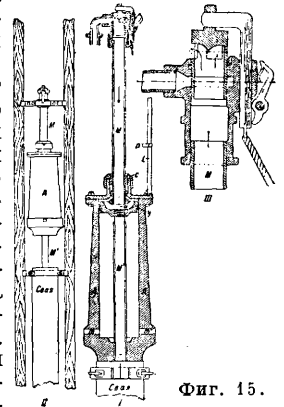
Фиг. 14.

рем, при помощи которого он закрепляется на голове сваи. В поршне проделаны каналы *a*, дающие выход из полого штока *M* в надпоршневое пространство. Правильное положение сваи закрепляется хомутом. Верхняя крышка парового цилиндра *A* снабжена сальником *c*, который препятствует пропуску пара наружу. Для удаления из-под поршня воздуха при подъеме бабы внизу цилиндра сделаны отверстия *m* и *m'*. На верхнем полом штоке насажен и закреплен в кольце особый шарораспределительный механизм (золотниковая коробка), при помощи к-рого пар выпускается в полый шток *M*, затем поступает из штока в надпоршневое пространство и поднимает бабу. Когда баба достигает своего наивысшего положения, полый шток *M* вверху при помощи шарораспределительного механизма получает сообщение с атмосферой, куда и удаляется пар из цилиндра бабы, отчего последняя свободно падает. Высота подъема бабы может регулироваться положением кулачка *n* на штанге *L*;

полная же высота подъема бабы около 1 м. Число ударов в 1 мин.—до 50. Слабым местом в паровой бабе сист. Арциша является полый шток *M*, который при перевозках и установках легко может быть погнут или помят, что нарушает правильную работу паровой бабы. Из паровых копров первого рода по простоте своей конструкции заслуживает внимания К. системы Лягура, у которого поршень неподвижен, как и в К. сист. Арциша, но не имеется верхнего штока; вес бабы до 4 000 кг; высота подъема ее 0,7—2,5 м; число ударов 30—40 в минуту. Кроме паровых К. сист. Арциша и Лягура известен К. сист. Левицкого; по сложности конструкции он имеет ограниченное применение. Из паровых К. второго рода известен копер сист. Насмита, устарелой конструкции; в настоящее время не применяется.

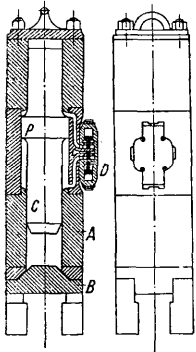
Сравнение стоимости забивки свай К. различных систем дает следующее соотношение: паровой К.—1, машинный К.—6 и ручной К.—13. Соотношение производительности К.: машинный К.—1, ручной К.—3 и паровой К.—28.

Из америк. конструкций паровых баб первого рода, т. е. с неподвижным поршнем и бьющим цилиндром, известны бабы сист. Уорингтона, Арнота и др. Баба К. системы Уорингтона имеет вес ударной части 2 260 кг, полный вес—4 600 кг, высоту падения—1 м, число ударов в минуту—60; потребная мощность—40 НР. Баба системы Арнота имеет вес ударной части до 1 116 кг, полный вес—5 500 кг, высоту падения—0,60 м, число ударов в минуту—100; потребная мощность—50 НР. Баба системы Арнота может работать сжатым воздухом.



Фиг. 15.

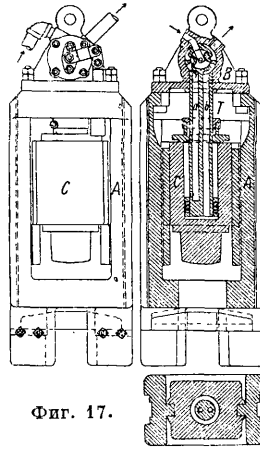
**Бабы-молоты.** Кроме отмеченных типов паровых баб за последнее время в Западной Европе, а в особенности в США, получили широкое применение т. наз. бабы-молоты—паровые или пневматические свайные молоты (Steam pile hammer) двойного действия. Главное достоинство свайных молотов в том, что они м. б. применяемы без станины К. и притом в малодоступных местах. При работе свайными молотами малой мощности их держат в руках непосредственно, а при более значительной мощности подвешивают к крану или же к какому-либо иному приспособлению. Свайными молотами забиваются сваи без подбабка при всякой глубине котлована; кроме того ими можно забивать сваи в самой воде на глубине от поверхности воды до 23 м. В Америке очень распространен свайный молот двойного действия фирмы Кирнан - Терри (Kiernan-Terry) с числом ударов в мин. 200—500. Он состоит (фиг. 16) из корпуса А, поддона его В, скалки С и поршня Р. Парораспределение в нем осуществляется автоматически действующим золотником Д. Чугунный корпус молота устанавливается непосредственно на головах свай. Самый же молот (или баба его) находится внутри корпуса и поднимается и опускается



Фиг. 16.

паром, причем молот передает свой удар нижнему поддону корпуса, а не ударяет непосредственно по свае. Фирма Кирнан-Терри выпускает свайные молоты нескольких типов; в таблице сведены данные о семи типах молотов фирмы Кирнан-Терри. Номера 1, 2, 3, 5 и 6 предназначаются для шпунтовых стенок, а номера 7 и 9 как для них, так и для отдельных свай (железобетонных). Одним из недостатков конструкции свайных молотов Кирнан-Терри является то, что они не имеют приспособлений для регулирования хода самого молота, что требуется в некоторые моменты забивки свай, например в начале забивки. Такого типа свайным молотом, т. е. с регулирующим парораспределением, является молот Губерта (фиг. 17). В нем цилиндр С является молотом (ударяющей массой), А—жесткая рама, направляющая движение молота к верхней крышке, к которой неподвижно прикреплен шток поршня Т. В штоке имеются два кана-

ла: а—для пропуска пара, предназначено для подъема молота, и б—для проведения пара под поршень, т. е. для содействия силе удара падающего вниз молота (цилиндра С). На верхней части рамы А помещена автоматич. парораспределительная коробка В, при помощи к-рой можно регулировать движение молота (цилиндра С). Кроме отмеченных уже типов свайных молотов известен свайный молот Union, применяемый и в СССР на Днепрострое. Свайным молотом Union при постройке пристани в Маниле забивались железобетонные сваи длиной 33 м и весом 32 т.



Фиг. 17.

ла: а—для пропуска пара, предназначено для подъема молота, и б—для проведения пара под поршень, т. е. для содействия силе удара падающего вниз молота (цилиндра С). На верхней части рамы А помещена автоматич. парораспределительная коробка В, при помощи к-рой можно регулировать движение молота (цилиндра С). Кроме отмеченных уже типов свайных молотов известен свайный молот Union, применяемый и в СССР на Днепрострое. Свайным молотом Union при постройке пристани в Маниле забивались железобетонные сваи длиной 33 м и весом 32 т. Свайн.молоты применяются не только для забивки свай, но и для вытаскивания их. Вытаскивание шпунтовых рядов сделалось в современной строительной практике такой же неотъемлемой частью работ, как и сама забивка. Для вытаскивания свай молот поворачивают головой вниз и ушко корпуса, к-рым он в нормальных условиях подвешивается к крану, соединяют цепью или особыми стальными захватами с вытаскиваемой свайей. Молот подвешивают к крану или деррику, к-рые

Данные, относящиеся к свайным молотам фирмы Кирнан-Терри.

№	Вес в кг		Размеры в м			Поршень		Число ударов в мин.	Приведенная высота падения бабы в м	Необходимое в 1 ч. количество пара в кг при давлении в котле 5,6 атм	Диам. паропровода в мм
	Полного комплекта	Падающей массы (бабы)	Длина	Ширина	Высота	Диаметр в мм	Ход в мм				
9	3 400	750	0,533	0,533	1,98	381	305	200	1,90	820	50
7	2 260	365	0,533	0,406	1,60	317	241	225	1,56	480	38
6	1 320	182	0,381	0,381	1,42	247	222	275	1,50	365	32
5	660	91	0,280	0,280	1,29	178	178	300	1,50	275	32
3	290	31	0,238	0,211	1,34	182	146	300	1,55	205	25
2	182	21,5	0,190	0,168	1,01	103	133	450	1,02	175	19
1	65	9,5	0,203	0,152	1,00	57	95	500	1,54	135	19

должны сообщать ему постоянное натяжение. Скорость вытаскивания свай считают в среднем равной скорости забивки.

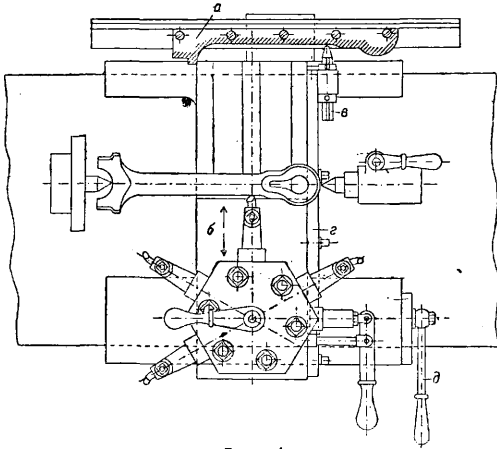
Лит.: Баталин С., О паровом копре ниж. С. Арциша, «Журн. Мин. пут. сообщ.», СПб, 1892; Б р е н н е Л., Устройство оснований и фундаментов, СПб, 1904; К у р д ю м о в В. И., Материалы для курса строит. работ, вып. 3—Свайные работы, СПб, 1911; Д ж е к о б и и Д е в и с, Основания и фундаменты мостов и зданий, М., 1921; П р е й с П. В., Строит. работы, М., 1926; Д м о х о в с к и й В. К., Курс оснований и фундаментов, М.—Л., 1927; е г о ж е, Свайный молот, «СП», Москва, 1926, 5; Р о з о в И. А., Забивка свай, «Америк. техника», Нью Йорк, 1927, т. 4, 11; В р е п п е с к е L., Der Grundbau, 4 Aufl., В. 1, В., 1927; Л у с к е м а н Н., Der Grundbau, 2 Aufl., В., 1913; J a c o b y Н. а. D a v i s R., Foundations of Bridges a. Buildings, New York, 1925; F r a n z i u s, Der Grundbau, Berlin, 1927.

Н. Герливанов.

**КОПИРОВАЛЬНЫЕ АППАРАТЫ**, см. Мно-  
жественные аппараты.

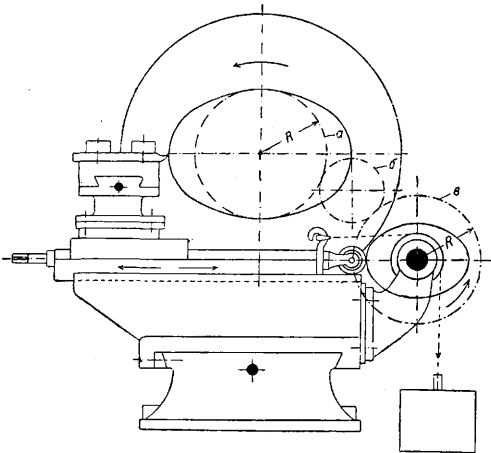
**КОПИРОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ** и копи-  
р о в а л ь н ы е п р и с п о с о б л е н и я,  
станки и приспособления для обработки  
металлов и дерева резанием, в к-рых фор-

ма обрабатываемого предмета определяется формой модели или шаблона. Принцип действия К. с. состоит в том, что особый штифт



Фиг. 1.

или ролик скользит по поверхности модели или по шаблону параллельно движению резца относительно обрабатываемого предмета; перемещения штифта, обусловленные формой модели, передаются обрабатываемому предмету или инструменту и в результате сложения этих добавочных движений с основными движениями обрабатываемого предмета и резца возникает требуемая более или менее сложная форма обработан-

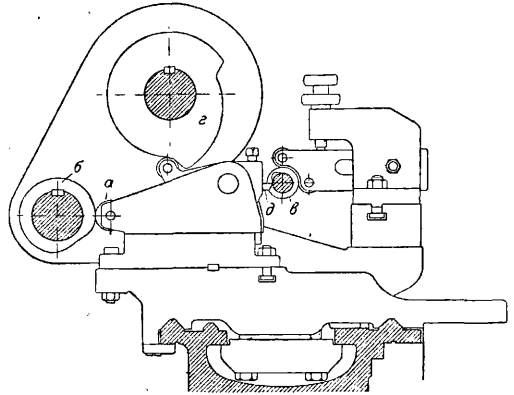


Фиг. 2.

ной части. В промышленности чаще всего применяют специальные копирующие приспособления к станкам нормальных типов: токарным, фрезерным и строгальным. Особую группу специальных копирующих машин составляют гравировальные (см. *Гравирование*) и заточные станки (см.), а также и некоторые системы зуборезных станков (см.).

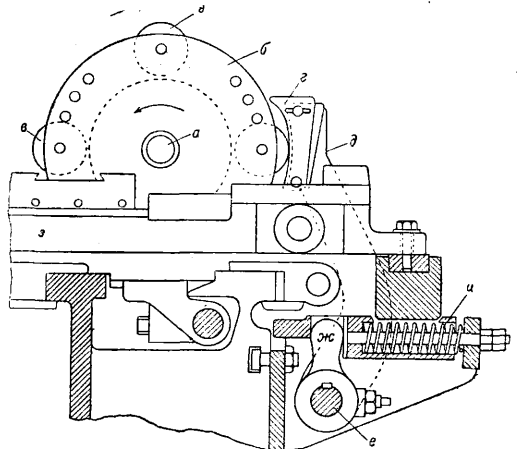
Копирующие приспособления к токарным станкам существуют двух типов: для точки тел вращения сложной формы и для точки некруглых тел. Приспособления первого рода (фиг. 1) состоят в основном из

шаблона *a*, закрепленного на задней части станины. Наружное очертание шаблона соответствует меридиональному сечению обрабатываемого тела. Верхние салазки *b* суппорта отключают от самоходного винта. На задней части салазок укрепляется штифт *в* или ролик, к-рый прижимается к шаблону пружиной, поставленной внутри салазок, или грузом на тросе, переброшенном через ролик и висящем чаше сзади станины. Иногда поперечная подача осуществляется вручную, для чего на салазках укреплена зубчатая рейка *г*, зацепляющаяся с шестеренкой, сидящей на одном валу с рукояткой



Фиг. 3.

подачи *д*. Шаблоны в приспособлениях второго типа к токарным станкам (фиг. 2) расположены в вертикальной плоскости и получают синхронное с обрабатываемым предметом вращение через зубчатую передачу *a-b-в*. В остальном действие приспособления вполне аналогично предыдущему. Сюда же относятся приспособления для обточки кулачков разного вида (фиг. 3). Ролик *a* прижимается пружиной к шаблону *б*, вращающемуся синхронно с обрабатываемым валом *в*. Второй кулачок *г* изменяет наклон резца *д*

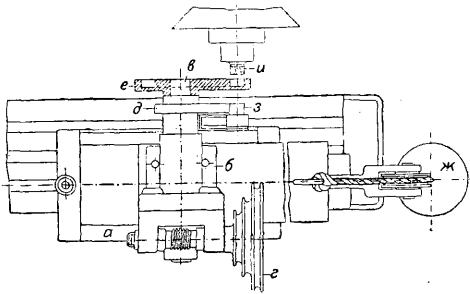


Фиг. 4.

с целью получения правильной установки последнего к обрабатываемой поверхности. На фиг. 4 изображен еще один вид приспособления для точки частей некруглого сече-

ния с повторяющимся изменением профиля. Главный шпиндель *a* вращается в направлении стрелки; на нем надет диск *б* с роликами *в*, число которых, величина и взаимное расположение подбираются в зависимости от рельефа, к-рый хотят получить на обрабатываемом теле. Ролики *в*, катаясь по шаблону *г*, отклоняют рычаг *д*, поворачивающий валик *е* и вместе с ним палец *ж*; последний отводит поперечные салазки *з*, на которых укреплен резец; салазки постоянно прижимаются к пальцу посредством пружины *и*.

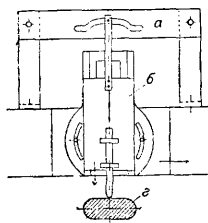
Копировальные приспособления к фрезерным станкам настолько совершенны, что снабженные подобными приспособлениями станки приближаются к копировальным. На фиг. 5 изображено копировальное приспособление для фрезерования фигурных канавок на торцевой поверхности. На столе станка укрепляют направляющие *a*, в к-рых скользит салазки *б*, несущие шпиндель *в*, приводимый в движение от шкива *г* через червячную передачу. На шпинделе укрепляются шаблон *д* и обрабатываемая шайба *е*; салазки *б* прижимаются грузом *ж*, висющим



Фиг. 5.

на тросе, к упору *з*, неподвижно закрепленному на столе станка. При вращении шпинделя с шаблоном все точки шайбы *е* описывают кривые, форма которых определяется шаблоном *д*; вследствие этого фрезер *и* выберет паз или обработает боковую поверхность шайбы по соответствующей кривой.

Копировальные приспособления для продольно-строгальных и портальных фрезерных станков обычно применяют двух видов: 1) шаблон *a* (фиг. 6) укрепляется на поперечине, супорт *б*, отключенный от самохода, снабжен тягой с роликом, который скользит по кривой шаблона, причем на столе обрабатываемом предмете *г* выстрагивается цилиндрическая поверхность с поперечным сечением согласно очертаниям шаблона; 2) шаблон

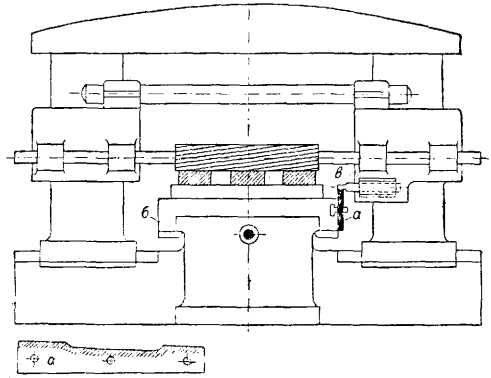


Фиг. 6.

на рабочем столе *б*, штифт в супорта скользит по шаблону, и на обрабатываемом предмете получается цилиндрич. поверхность, форма сечения к-рой вертикальн. плоскостью, параллельной движению стола, определяется формой шаблона; этот способ применяется чаще на продольно-фрезерных станках, а на строгальных—при строжке закруглений рельеф.

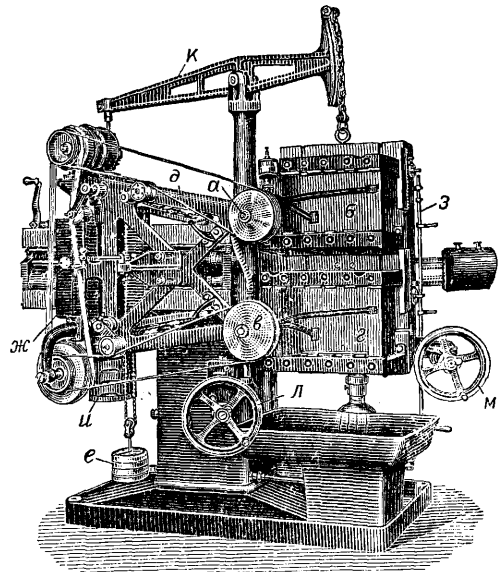
Копировальные приспособления к шлифовальным станкам по типам и принципу действия сходны с изображен. на фиг. 2 и 5.

Специальные К. с. в металло- и деревообрабатывающей промышленности могут быть



Фиг. 7.

отнесены к следующ. трем типам: 1) Станки, работающие с применением шаблонов. На фиг. 8 изображен станок для обработки штампов и матриц. Вращающийся штифт *a* касается шаблона *б*, нижний шпиндель *в* снабжен торцевым фрезером, выбирающим металл в теле обрабатываемого штампа *г*. Рама *д* с укрепленным на ней электромотором в 0,5 НР, приводящим в движение штифт и шпиндель, может вращаться вокруг вертикальной оси и прижимается к шаблону *б* грузом *е* посредством цепи. Супорт *ж* с сидящей на нем рамой совершает медленную подачу в горизонтальном направлении (0,05—1,0 мм/мин), в то же время стол с укрепленным шаблоном и обрабатываемым предметом совершает вертикальную подачу со

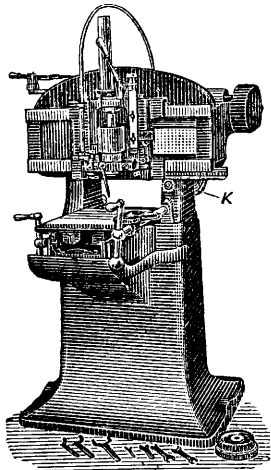


Фиг. 8.

значительно большей скоростью (до 150 мм/мин). Перемена направления подачи совершается автоматически при посредстве

штанги з; стол уравновешен грузом и, подвешенным на конце коромысла к. Для удаления начерно большого количества материала в самом начале обработки вертикальная и горизонтальная подачи совершаются от руки при помощи маховичков л и м.

2) Станки, работающие по принципу сложения движений и й. На фиг. 9 изображен станок, супорт которого перемещается по поперечине от руки и самоходом посредством шестерни К и рейки. Движения шестерни связаны с перемещением шаблона. Стол может перемещаться в перпендикулярном направлении. Комбинацией этих перемещений можно воспроизвести любую кривую линию и поверхность. 3) К. с., работающие по методу пантографа, применяются главным образом в качестве гравировальных станков (см. Гравирование). Имеются станки такого же типа, но более мощной конструкции для обработки штампов и матриц.



Фиг. 9.

Лит.: Hülle F. W., Die Werkzeugmaschinen, 4 Aufl., B., 1923; Hülle F. W., Die Grundzüge d. Werkzeugmaschinen u. d. Metallbearbeitung, B. 1, 6 Auflage, B., 1928; Lich O., Vorrichtungen im Maschinenbau, 2 Aufl., B., 1927; Müller O. M., Zeitsparende Vorrichtungen im Maschinen- und Apparatebau, Berlin, 1926; Jones F., Jig and Fixture Design, New York, 1920. А. Панин.

**КОПЧЕНИЕ**, способ сохранения разных пищевых продуктов. К. в сущности состоит в том, что продукт подсушивают и пропитывают антисептиками дыма, гл. обр. креозотом и муравьиным альдегидом; это ведет к консервированию материала, причем креозот сообщает ему еще специфич. привкус. Различают два способа К.: горячее и холодное.

**К. рыбы.** Горячий способ применим только тогда, когда материалом служит свежее непросоленное или мороженое сырье. К. при этом способе продолжается очень недолго, от 1/2 до 4 ч., при высокой t° (обычно 120—140°). При горячем копчении сырье должно, с одной стороны, пропитаться продуктами перегонки дерева, с другой—«попеть» или «дойти», т. е. должно претерпеть тот же процесс, что при его жарении и варке, когда происходят свертывание белка, разрыхление, легкая делимость кожи от мяса и мяса от костей, потеря привкуса «сырого» мяса. Получается превосходный продукт, нежный, мягкий и вкусный, но очень нестойкий: он может сохраняться всего несколько дней. Просоленный материал уже до известной степени «попел», и задачей К. является здесь только снятие влаги и пропиты-

вание обрабатываемого продукта антисептич. и вкусовыми частями дыма. Высокая t° в этом случае вредна и дает продукт совершенно негодный.

При холодном К. сырье подвергается продолжительному воздействию густого холодного дыма при t° не выше 40°. Если материалом К. служит сырье, уже созревшее в соли, то продукт может потребляться без предварительного кулинарного приготовления; если же это свежий или свежесолонный продукт, то перед употреблением его приходится жарить или варить. Холодное К. дает продукт стойкий и хорошо переносящий перевозку. Горячее К. может играть преобладающую роль только в странах, в которых производящие центры рыболовства, копильни и рынки сбыта готового продукта расположены вблизи друг от друга. При громадности же расстояний, недостатке быстрых средств сообщения или удаленности центров производства от центров потребления преобладает холодное К.

Рыба, приготовленная по способу горячего К., носит название копченой, по способу холодного К.—куреной. Для получения копченой рыбы нужно ее посолить, разделить, отмочить в пресной воде, отвязать и затем уже выкоптить. При К. всегда бывает утечка—уменьшение в весе товара. Размер этой утечки для различных сортов рыбы выведен из табл. 1. Химический состав копченой рыбы приведен в табл. 2.

Табл. 1.—Уменьшение веса рыбы при копчении.

Название рыбы	Потеря веса в %	Название рыбы	Потеря веса в %
Северюга . . . . .	33	Судак . . . . .	17
Свеж. белорыбца . . . . .	27	Жерех . . . . .	27
Осетр (при варке) . . . . .	35	Сельдь . . . . .	15
Сиг . . . . .	27	Вобла . . . . .	40

**К. мяса и мясных продуктов.** Описанным холодным способом можно коптить не только рыбу, но и дичь, окорока, колбасу и пр.; последние два продукта копятся также и горячим способом. При К. важно, особенно для мяса и окороков, чтобы t° дыма была не слишком высока и чтобы он сам был по возможности сухим. Нормальной t° дыма при холодном К. мясopодуктов считается приблизительно 25°. Нек-рые изделия, напр. часть колбасных, требуют, наоборот, горячего К., во время к-рого дым должен иметь

Табл. 2.—Химический состав копченой рыбы.

Название рыбы	В мясе содержится (в %)			
	влаги	белков	жира	зола
Сельдь астрах. (по Друкнеру)	59,5	22,0	9,5	9,5
Чехонь . . . . .	55,0	30,0	5,0	9,0
Тарань . . . . .	37,0	37,0	18,0	11,0
Шемай . . . . .	43,5	29,0	16,0	11,5
Омуль . . . . .	64,0	17,5	10,5	5,0
Белорыбца . . . . .	57,5	23,5	13,0	8,0
Вобла . . . . .	27,5—40,0	38,5—46,5	4,0—10,5	3,0—4,0
Сельдь (по Кеннигу) . . . . .	69,49	21,12	8,51	1,24
Лососня . . . . .	51,46	24,19	11,86	12,04
Шпроты . . . . .	59,89	22,73	15,94	0,46

$t^{\circ}$  сначала 60—70°, а затем и до 100°. Горячее К. мясных продуктов продолжается всего лишь несколько часов, тогда как холодное—от одной до нескольких недель, в зависимости от рода мясотовара. Вместо того чтобы подвергать непродукты действию дыма, прибегают к непосредственной обработке их дезинфицирующими веществами, находящимися в дыме. При этом способе, т. н. б ы с т р о м К., мясо погружают в разведенный древесный уксус, к которому прибавляют некоторое количество можжевелового масла, после чего мясо развешивают для просушки. Погружение должно происходить неоднократно: при малых кусках уже через 30 ч. достигается надежная стойкость мяса. Иногда окорка просто смачивают с поверхности смолой или раствором древесн. уксуса.

Кениг приводит еще один способ быстрого К. мясотоваров: после предварительного просаливания в рассоле мясо д. б. положено в жидкость, которая получается кипячением сажи в несколько подсоленной воде; колбасы напр. должны пролежать в такой жидкости, в зависимости от величины, от 0,5 до 1 ч., а окорка—от 12 до 16 ч. Полученные таким способом копчености более мягки и сочны, чем обработанные непосредственно дымом.

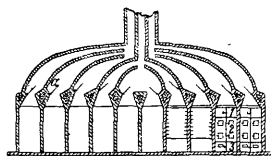
Табл. 3.—Химический состав копченостей, по Кенигу (%).

Виды копченостей	Вода	Азотист. вещества	Жиры	Безазот. экстракт. вещества	Зола
Копченое воловьё мясо . . . . .	47,68	27,10	15,35	—	10,89
Копченая конина . . . . .	49,15	31,84	6,49	—	12,53
Копченый воловий язык . . . . .	35,74	24,31	31,61	—	8,51
Копченая ветчина . . . . .	28,11	24,74	36,45	0,16	10,54
Сало-шпик, соленое и копченое . . . . .	10,21	8,95	72,82	—	8,02
Гусиное филе . . . . .	41,35	21,45	31,49	1,15	4,56
Брауншв. колбаса . . . . .	35,41	19,0	40,80	0,03	4,76
Салыи . . . . .	17,01	27,84	48,43	—	6,72
Ветчинная колбаса . . . . .	46,87	12,87	34,43	2,52	3,31
Трюфельная » . . . . .	34,31	11,50	51,39	—	3,36

**Современные промышленные копильные устройства.** Ленинградские копильные и обыкновенно устраиваются внутри зданий. В отдельном помещении к стене вблизи дымового канала пристраиваются кирпичные камеры, иногда облицованные изнутри изразцами. При высоте камеры от 2 м и больше ширина и глубина ее бывают  $1\frac{1}{2}$ —2 м. Спереди камера закрывается плотной железной дверью, в нижней части которой находится небольшая отдушина для притока свежего воздуха, регулируемого задвижкой. Под самым потолком камеры находится отверстие, ведущее в дымовой канал. Немного ниже потолка положены железные перекладины для удержания палок, прутьев или дранок с подвешенным на них сырьем. По полу камеры проложены рельсы для железного лотка с горючим материалом.

**Германская копильня.** Современная германская копильня по системе Хермана (фиг. 1) состоит из ряда небольших камер для горячего К. и двух длинных камер

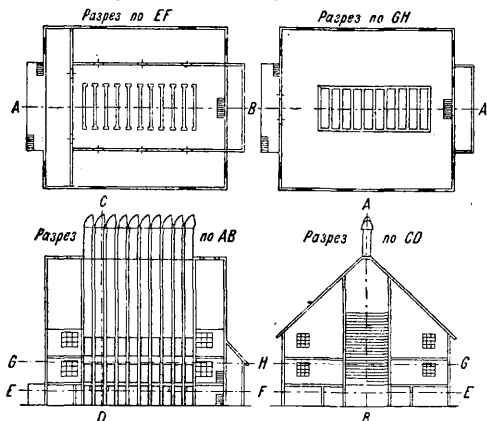
посередине, служащих для холодного копчения. Расположение копильни в крупных населенных центрах обуславливает необходимость снабжения их высокими трубами в 30—40 м вышины, причем поперечник трубы зависит от количества камер-печей. Размеры отдельных камер: ширина 1,20 м и глубина 1,04 м. Рамы, заполненные сырьем, один человек легко может вынимать из камер и вставлять обратно. Печи сверху суживаются конически и снабжены легко регулирующей со стороны дверей заслонкой а. Угол, образуемый стенкой и конусом, должен быть по возможности тупым. Каждая камера или же каждая пара камер имеет свой дымовой канал, продолжающийся самостоятельно до самой трубы, куда выведены все отдельные дымовые ходы всех печей. Внутри печи по бокам расположены карнизы из углового железа для помещения рам. Плотные закрывающиеся железные двери доходят сверху до высоты нижнего края конической части печи. Труба представляет собою как бы пучок отдельных ходов или каналов. Часть их служит для отвода дыма из печей, один—для дыма, поступающего из-под колаков над дверями печей, и один—обычно для средней длинной камеры, предназначенной для холодного копчения. Приток свежего воздуха к средним камерам происходит по особым подземным каналам.



Фиг. 1.

Новейшие подвижные копильные печи дают по сравнению с описанными выше печами экономно в расходе горючего материала в 30—35%. В этой системе камеры отделены друг от друга стенкой, состоящей в нижней своей части (до высоты 40 см) из кирпичной кладки, а выше из подъемного железного занавеса, движущегося в пазах боковых стенок. Процесс К. распадается на две части: а) подсушку и печение сырья при ярко горящем пламени и б) собственно К. в дыму при заглушенном пламени и сильном образовании дыма. По окончании первого процесса приходится разгрести жар и заглушить огонь стружкой или другим способом, а перед обработкой следующей партии—выпускать дым из печи, сгрести жар и снова дать разгореться пламени. На это уходит много времени и теряется много тепла. Принцип новой системы подвижных печей состоит в том, что в переднем ряду печей всегда поддерживается яркий, светлый огонь, к-рый необходим для первого процесса, между тем как во втором ряду печей происходит только собственно К. и там поддерживаются соответствующая  $t^{\circ}$  и густота дыма. Когда первая стадия копчения закончена, достаточно поднять железный занавес и продвинуть рамы с товаром в заднюю печь. Как только рамы продвинуты в заднюю печь, железный занавес снова опускается, и передняя печь готова к приему следующей партии сырья. Протускованная способность копильни в этих условиях увеличивается на 25%. Преимущество описы-

ваемой системы в том, что сырье всегда поступает с одной стороны ряда камер, а готовый товар выходит с другой стороны в со-



Фиг. 2.

седнее помещение. Благодаря этому упаковочное отделение для остывания и укупорки готового товара совершенно отделено от обычно сильно загрязненного помещения, в котором происходят манипуляции с сырым материалом.

Английские коптильни по своей конструкции в общем похожи на вышеописанные, но обычно имеют гораздо большие размеры и большее количество коптильных камер. К самой коптильне, т. е. к группе коптильных камер, непосредственно примыкает с одной стороны двухэтажный флигель, или же камеры заключены в двухэтажном здании. Из каждого этажа в камеры ведут двери, разделенные на верхнюю и нижнюю половины. Через нижнюю половину дверей первого этажа товар-сырье подается в камеру, через верхнюю половину дверей второго этажа готовый продукт вынимается (фиг. 2). В других помещениях располагаются солильня, упаковочная и склад для топлива. Необходимо упомянуть также об автоматической непрерывно действующей «коптилке» системы Гильдебрандта (США) с мотором (фиг. 3).

Коптильные шкафы для кустарного производства. Из подобных уст-

ройств отметим коптильный шкаф сист. Nordischer Maschinenbau. Шкаф представляет собою железный клепаный кожух и снабжен двойной дверью для загрузки и выгрузки товара, дверцами для топки, смотровыми отверстиями и вышками для регулирования тяги. Боковые стенки закладываются на месте кирпичом, так как каменная кладка на практике оказалась самой выгодной. Подобные коптильные шкафы строятся разных размеров соответственно местным условиям и назначению.

Для топлива при К. пригодны горючие материалы, дающие большое количество дыма (опилки, хворост, стружки, гнилушки).

Лит.: Рейнш А., Мясо и мясные продукты, Москва, 1925. В. Взоров.

**КОРДИЕРИТ**, д и х р о и т, минерал ромбической системы. Излом раковистый, тв. 7—7,5, удельный вес 2,16—2,86; блеск стеклянный; цвет преимущественно синий, синевато-серый, желтовато-серый. По химич. составу К. представляет собою сложный алюмосиликат магния,  $H_2(Mg, Fe)_4Al_8Si_{10}O_{37}$  (50%  $SiO_2$ , 34%  $Al_2O_3$ , 4,9%  $FeO$ , 10%  $MgO$ , следы  $MnO$ ,  $CaO$ ). Встречается К. в некоторых гнейсах в виде просвечивающихся или прозрачных зерен или в виде галек (иногда в залежах колчедана). К. отличаются сильным дихроизмом. Под влиянием выветривания, которому К. очень легко подвергаются, они превращаются в калиевую слоду. Затронутые выветриванием К. получили разные названия — пинит, гигантолит, фалулит, аспазоилит и др. Хорошие кристаллы кордиерита встречаются в Баварии (Боденмайф), Финляндии (Ориерви), Испании (Кабо-де-Гата), Норвегии (Арендаль, Крагере), Швеции (Фалу), США (штаты Коннектикут и Сев. Дакота). На Цейлоне и в Бразилии (россыпи Minas Novas) известны месторождения окатанных галек. В СССР К. встречается на Урале, в Мураинских копях, в виде красновато-коричневых масс, вросших в снежнобелый альбит. Прозрачные синие гальки К., в особенности цейлонские, шлифуют в виде драгоценного камня (так наз. ложный сапфир и водяной сапфир); от настоящих сапфиров они отличаются низким удельн. в., меньшей твердостью и дихроизмом. См. *Драгоценные камни*.

Н. Федоровский.

**КОРЕННОЙ ВАЛ**, главный вал трансмиссии или машины; в *паровых машинах* (см.), в *двигателях внутреннего сгорания* (см.) и вообще в поршневых машинах К. в. идентичен с *коленчатым валом* (см.).

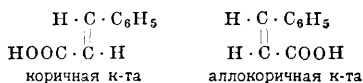
**КОРИАНДР**, коляндр, кишнец, *Coriandrum sativum* L., травянистое однолетнее растение (сем. Umbelliferae), с прямым ветвистым стеблем высотой от 50 до 70 см, перистолопастными рассеченными листьями и с белыми, иногда розоватыми мелкими цветами. Плод кориандра — мелкая (3—5 мм) двусемянка; слоистый зонтик несет до 300 плодов. Высеваются К. для получения эфирного кориандрового масла, получаемого из его плодов в количестве 0,8—1%, причем выход масла колеблется в зависимости от сорта и происхождения плодов; из русских сортов (воронежских) мелкоплодный дает выходы выше, чем крупноплодный. В зависимости от

Фиг. 3.

периода развития растения качество масла сильно меняется; для получения масла нормального качества берут вполне зрелые плоды. Получают масло отгонкой водяным паром; гонка недобленого сырья требует 12—15 часов, а дробленого 5—6 часов; средний расход пара на 1 кг масла для цельных плодов 180 кг, для дробленых 135—140 кг. Полученное масло бесцветно или слабобелого цвета с приятными запахом и вкусом. По общесоюзному стандарту масло должно иметь следующие константы:  $D^{20} = 0,866 \div 0,877$ ;  $[\alpha]_D = +9 \div +12$ ; коэф. преломления  $n_D^{20} = 1,4630 \div 1,4720$ ; кислотное число — не выше 3; эфирное число 4—20. Главная составная часть кориандрового масла право-вращающий линалоол (кориандрол) — от 60 до 80%; кроме того в нем содержатся  $\alpha$ - и  $\beta$ -пинены, дипентен, *n*-цимол, а также незначительное количество гераниола и борнеола. В СССР кориандровое масло широко применяется в качестве отдушки в мыло, варении и как источник получения линалоола; потребность в нем достигает 60 000—70 000 кг. Главный район производства — ЦЧО, где находится (сл. Алексеевка) крупный завод для производства масла. После выделения эфирного масла в семенах *K.* остается до 13—17% жирного масла и значительное количество белковых соединений; в виду этого жмых *K.* может быть использован как кормовое средство. Дикорастущий *K.* встречается в странах средиземноморского побережья; разводят *K.* в Германии и на юге РСФСР и УССР. Кориандр требует плодородной почвы, вегетационный период его 100 дней; высевается рядами или вразброс, норма высева 25—30 кг семян на га; средний сбор семян ок. 10—12 ц с га. Площадь посевов *K.* за последние годы сильно возрастает; в 1926 г. по РСФСР было засеяно 3,2 тыс. га, а в 1929 г. — 13 тыс. га.

Лит.: Вершковский В. Н. и Бахметенко И. И., Культура кориандра на С. Кавказе, Ростов н/Д., 1928. **Н. Соколов.**

**КОРИЧНАЯ КИСЛОТА**,  $\beta$ -фенилакриловая кислота,  $C_6H_5 \cdot CH : CH \cdot COOH$ , находится как в свободном состоянии, так и в виде сложных эфиров в бензойной смоле, перуанском и толуанском бальзамах и в стираксе. *K. k.* кристаллизуется в листочках с  $t_{пл.}^{133^\circ}$ , растворимых в воде (особенно легко в горячей), в спирте и эфире. Строение *K. k.* допускает существование стереоизомеров, причем обыкновенная *K. k.* представляет собой транс-конфигурацию, в то время как цис-конфигурация носит название аллокоричной к-ты ( $t_{пл.}^{68^\circ}$ ):



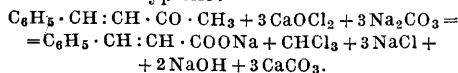
Последняя находится в отбросах производства кокаина. Кроме того известны две неустойчивые полиморфные разновидности аллокоричной к-ты, так наз. и з о к о р и ч н ы е к - т ы, с  $t_{пл.}^{57^\circ}$  и  $43,5—46^\circ$ , превращающиеся в аллокоричную к-ту при заражении их растворов кристаллом последней.

Синтетически *K. k.* получают в технике по методу Перкина — конденсацией бенз-

альдегида с ацетатом натрия (в присутствии уксусного ангидрида) по ур-ию:

$$C_6H_5 \cdot CHO + CH_3 \cdot COONa \rightarrow C_6H_5 \cdot CH : CH \cdot COONa + H_2O$$

(течение этой реакции в действительности более сложно). Получение *K. k.* из бензилдиенацетона, также применяемое в технике, основано на окислении его хлорноватистой к-той по ур-ию:



*K. k.* в виде ее эфиров (метилового, этилового и бензилового) находит применение в парфюмерии, а также служит для приготовления душистых синтетич. веществ, гл. обр. бромстирола и фенилацетальдегида. Натриевая соль *K. k.*, г е т о л — медицинский препарат, применяемый при туберкулезе.

Потребность СССР в *K. k.* составляет около 10 000—12 000 кг, преимущественно для переработки в метиловый и этиловый эфиры, а также в бромстирол.

Лит.: Меншуткин Б. Н., Карбоциклические соединения, стр. 171—178, Л., 1926; Cohen G., Die Riechstoffe, 2 Aufl., Brschw., 1924; Parry E., Cyclopaedia of Perfumery, L., 1925. **Н. Ельцина.**

**КОРИЧНЫЙ АЛЬДЕГИД**, циннамаль,  $C_6H_5 \cdot CH : CH \cdot CHO$ , главная составная часть касиевого и цейлонского коричного масел; синтетически получается конденсацией бензальдегида и ацетальдегида при помощи хлористого водорода или натриевой щелочи:  $C_6H_5 \cdot CHO + CH_3 \cdot CHO = C_6H_5 \cdot CH : CH \cdot CHO + H_2O$ .

*K. a.* — жидкость с характерным приятным запахом коричного масла, уд. веса 1,05, кипящая при  $246^\circ$  с разложением; при давлении 20 мм  $t_{кип.}^{128—130^\circ}$ . *K. a.* легко перегоняется с паром; при сильном охлаждении он затвердевает в светложелтую массу, имеющую  $t_{пл.}^{-7,5^\circ}$ ; растворяется в 25 ч. 50%-ного и в 7 ч. 60%-ного спирта. Применяется в парфюмерии и как отдушка для туалетных мыл. При восстановлении *K. a.* получается коричный алкоголь,  $C_6H_5 \cdot CH : CH \cdot CH_2OH$  — белые тонкие иглы, издающие запах гиацинта, с  $t_{пл.}^{33^\circ}$  и  $t_{кип.}^{257,5^\circ}$ , при окислении превращающийся в *K. a.* и коричную к-ту. Коричный алкоголь находится в стираксе, в перуанском бальзаме и в касиевом масле в виде сложных эфиров, из к-рых и м. б. получен путем омыления. Синтетически его получают по способу Меервейна и Шмидта из *K. a.*, обработывая *K. a.* в абсолютном спирте этилатом алюминия, причем оба вещества соединяются в альдегид-алкоголят; последний разлагают водой на ацетальдегид и коричный алкоголь. По методу, заявленному BASF, коричный альдегид восстанавливается в алкоголь при помощи активированного магния. Коричный алкоголь находит применение в парфюмерии.

Лит.: Peine, «B», 1884, В. 17, р. 2117; «Lieb. Ann.», 1925, В. 444, р. 221; Г. II. 350048 и 362537.

**КОРМОВЫЕ РАСТЕНИЯ**, растения, используемые целиком или частично на корм для с.-х. животных. В ботанич. отношении группа *K. p.* состоит из растений различных семейств; нек-рые из *K. p.* растут в диком виде, другие культивируются человеком. Последние возделываются либо специально с кормовой целью (собственно *K. p.*) ли-



бо с продовольственной или технич. целью с использованием на корм только побочных продуктов, доставляемых ими.

Все К. р. по характеру использования делятся на несколько групп. У одних из них на корм используется вся надземная часть в свежем (зеленый корм), сухом (сено) или же силосованном (см. Силосы) виде. Наиболее многочисленна группа К. р., главн. обр. из семейства бобовых и злаковых, доставляющих грубые, или обьемистые, корма, называемые так в виду высокого содержания в них клетчатки. Вторая группа К. р. доставляет так наз. сочные (с высоким % содержания воды) корма в виде корней (кормовые корнеплоды и клубнеплоды), репы в виде плодов с сочным окоплодником (кормовая тыква). Третья группа К. р. дает концентрированные силные корма, главн. образ. в виде зерен, богатых белком (зерновые бобовые) или углеводами (зерновые злаки).

Кормовые травы возделываются или на специальных постоянных угодьях (луга и пастбища) или же сеются на небольшие сроки (чаще всего от 1 до 5 лет) в полевом севообороте, где они чередуются с другими полевыми культурами. Различают природные и искусственные луга и пастбища. Природные луга представляют собою девственные участки почвы, занятые природными травянистыми ассоциациями. Особенно высокие урожаи трав дают так называемые поемные, или заливные, луга, расположенные по берегам рек и затопляемые весенними разливами, причем вода откладывает на этих лугах ил, богатый питательными веществами. Луга, не обеспеченные водой (суходолы), дают крайне низкие урожаи сена. Такие луга чаще всего используются как пастбища, хотя часто дают и корма в небольшом количестве и невысокого качества. Участки, занятые травами, в полосе умеренного климата встречаются также среди леса, по вырубкам и т. п. (лесные покосы, выгоны), причем обычно лесное сено более грубо, чем настоящее луговое, и расценивается ниже. Химич. состав сена разных типов см. табл. 1.

Табл. 1.—Химический состав сена с лугов разных типов в %.

Составные части	Луговое	Лесное	Кислое (с кислых лугов)
Вода . . . . .	14,3—16,0	15,0	13,0
Протеины . . . . .	7,5—13,5	8,7	7,6
Жиры . . . . .	1,5—3,0	2,1	2,4
Безазот. экстракт. вещества . . . . .	38,2—41,2	43,2	37,3
Клетчатка . . . . .	19,3—33,5	26,0	33,2
Зола . . . . .	5,7	5,0	6,3

При избытке влаги, связанном с близостью грунтовых вод, с тяжелой непроницаемой подпочвой, а также с накоплением органич. массы, происходящим в процессе эволюции лугов, они превращаются в болота (см. Заболочивание).

Рациональная культура лугов и пастбищ имеет колоссальное народнохозяйственное

значение, т. к. от нее в значительной мере зависит развитие животноводства. В западноевропейских государствах правильной организации луговой и пастбищной площади уделяется чрезвычайно большое внимание. Систему мероприятий по культуре лугов называют луговодством.

В СССР, по данным ЦСУ, общая площадь под естественными и искусственными лугами составляет всего 36,1 млн. га (1,7% от всей площади), под выгонами и пастбищами — 63,9 млн. га (3%); при оценке этих цифр необходимо также иметь в виду, что сюда не вошли лесные покосы, а также и часть, правда плохих, кормовых угодий, попавших в рубрики неудобных, необжитых и прочих земель, составляющих площадь в 1 261,2 млн. га (т. е. больше 50% всей площади СССР). Приводим данные, которые показывают распределение луговой и пастбищной площади между отдельными советскими республиками, а также сбор сена с лугов в 1928 г. (см. табл. 2).

Табл. 2.—Распределение луговой и пастбищной площади в СССР.

Республики	Площадь под лугами		Площадь под выгонами		Сбор сена с лугов, млн. т
	млн. га	%	млн. га	%	
РСФСР . . . . .	31,8	1,5	56,1	2,7	777,1
УССР . . . . .	1,9	4,4	1,0	2,3	42,3
БССР . . . . .	2,0	15,4	0,4	3,1	29,3
Зак. СФСР . . . . .	0,4	2,2	6,4	35,9	16,1
Турк. ССР . . . . .					1,1
Уз. ССР . . . . .					14,6
Итого по СССР . . . . .	36,1	—	63,9	—	880,5

Полевое травосеяние имеет значение не только как источник корма, но и как прием восстановления плодородия почвы путем создания благоприятной для растений почвенной структуры (см. Земледельч. системы). Бобовые растения кроме того обогащают почву азотом. В полевом севообороте высевают как однолетние (яровые и озимые), так и многолетние травы. Однолетние растения высеваются чаще всего на пару в качестве предшественника озимого, реже они занимают поле на целый вегетационный период, иногда же им отводят период времени после уборки основного растения (познивные и подсевные культуры). Ниже в табл. 3 приведены названия, районы рас-

Табл. 3.—Кормовые растения СССР.

Кормовое растение	Ботанич. название	Районы и места распространения	Примечание
Арбуз кормовой Белоус Бобы конские	Cucumis citrullus Nardus stricta Vicia faba	Юг Европ. части СССР На заболоченных лугах СССР	Сочный корм Плохой выгон, луга Зеленый корм, зеленое удобрение Сочный корм
Брюква кормовая (сорта: Банктольм, гофманская желтая, мустиала, шведская)	Brassica napus var. gartera	СССР	Сочный корм
Вейник Верблюжья колючка Вика мохнатая (озимая) Вина яровая Волоснец песчаный (песчаный овес) Галлян	Calamagrostis sp. sp. Alhagi camelorum Vicia villosa Vicia sativa Elymus arenarius	Лесные поляны Ср. Азия СССР Районы возделывания овса Песчаные дюны и прибрежные пески Дальн. Восток	Сено Силос Зеленый корм, сено Зеленый корм, сено Пастбища, зерн. корм
Горох коровий	Sorghum vulgare, var. japonicum Vigna sinensis, V. catjang	Черноземная и нечерноземная полосы Европейской части СССР	Зеленый корм
Горох полевой (пелюшка)	Pisum arvense		

Табл. 3.—Кормовые растения СССР. (Продолжение.)

Кормовое растение	Ботанич. название	Районы и места распространения	Примечание
Горчица белая	<i>Sinapis alba</i>	Район Поволжья (преимущественно)	Зеленый корм
Гребенник	<i>Cynosurus cristatus</i>	Лесные поляны	Сено
Гречиха	<i>Polygonum fagopyrum</i>	Средняя полоса Европ. части СССР	Зеленый корм (кроме свиней)
Джугара	<i>Sorghum cernuum</i>	Юг Европ. части СССР	Зеленый корм
Донник белый	<i>Melilotus albus</i>	Европ. часть СССР	Сено, зеленое удобрение
Донник желтый	<i>Melilotus officinalis</i>		
Ежа сборная	<i>Dactylis glomerata</i>		
Капуста листовая	<i>Brassica oleracea, var. acephala</i>	СССР, кроме засушливых районов	Зеленый корм
Картофель кормовой	<i>Solanum tuberosum</i>	СССР	Ботва в силос, клубень на корм
Клевер александрийский (берсим)	<i>Trifolium alexandrinum</i>	Черноземная полоса Европ. части СССР	Сено, зеленый корм
Клевер белый	<i>Trifolium repens</i>	Нечерноземная полоса Европейской части СССР (противопоказаны кислые почвы)	Сено, выпас, зеленый корм
Клевер инкарнатный	<i>Trifolium incarnatum</i>		
Клевер красный	<i>Trifolium pratense</i>		
Клевер красный (дикая разновидность)	<i>Trifolium pratense, var. pratense</i>		
Клевер луговой	<i>Trifolium lupinaster</i>		
Клевер персидский (шабдар)	<i>Trifolium resupinatum</i>		
Клевер шведский	<i>Trifolium hybridum</i>	Засушлив. районы (степи)	Овечьи пастбища
Ковыль	<i>Stipa pennata</i>		
Колосок душистый	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Бедные суходолы	Пастбища
Кольраби	<i>Brassica oleracea, var. gangyloides</i>	СССР	Сочный корм
Комfrey (онопник)	<i>Symphytum asperitimum</i>	СССР, еще мало культивируется	Корм для мелких животных
Костер безостый	<i>Bromus inermis</i>	Европ. часть СССР (хорошо переносит засуху)	Сено
Кукуруза	<i>Zea mays</i>	Юг Европ. ч. СССР	Зеленый корм, силос
Леспедеца	<i>Lespedeza striata</i>	Нечерноз. полоса Европ. ч. СССР, Дальний Восток	Сено
Лисохвост луговой	<i>Alopecurus pratensis</i>	Нечерноземн. полоса Европ. ч. СССР (влажные луга)	Луга
Лишайники оленьи	<i>Cladonia rangiferina</i> и <i>Cetraria islandica</i>	Полоса тундр	Пастбища оленьи
Люцерна посевная	<i>Medicago sativa</i>	Черноземная полоса Европ. части СССР, Казакстана, Зап. СФСР и средне-азиатские республики	Сено, луга, пастбища, зеленый корм
Люцерна средняя (песчаная)	<i>Medicago intermedia</i>		
Люцерна хмелевидная	<i>Medicago lupulina</i>		
Люцерна шведская (желтая)	<i>Medicago falcata</i>		
Лядвенец рогатый	<i>Lotus corniculatus</i>	СССР	Пастбища, луга
Могар (петтинник)	<i>Setaria italica</i>	ЦЧО и юг Европ. ч. СССР	Сено (на пару)
Морковь корм.; сорта: белая, зеленоголовая, заальфедская, доберихская, исполинская белая, чемпион	<i>Daucus carota</i>	СССР	Сочный корм
Мятлик луговой	<i>Poa pratensis</i>	СССР	Луга, сено
Овес	<i>Avena sativa</i>	СССР	Зерновой корм, зеленый корм
Овес дикий (желтеющий и заячий)	a) <i>Avena flavescens</i> b) <i>Avena pubescens</i>	Нечернозем. полоса Европ. части СССР	Сено, луга
Овсяница	a) <i>Festuca pratensis</i> b) <i>Festuca ovina</i> c) <i>Festuca rubra</i>		
Осока	<i>Carex sp. sp.</i>	На заболочен. лугах	Луга
Пастинак (пастернак)	<i>Pastinaca sativa</i>	СССР	Сочный корм
Полевика	<i>Agrostis alba</i>	Нечерноземн. полоса Европ. части СССР	Сено
Полынь	<i>Artemisia sp. sp.</i>	Засушливые районы (степи)	Пастбища
Просо	<i>Panicum miliaceum</i>	Юг и УССР	Зеленый корм
Пушица	<i>Eriophorum sp. sp.</i>	На заболоченных лугах	Полевое травосеяние
Пырей гребенчатый (житняк)	<i>Agropyrum cristatum</i>	Европ. часть СССР	
Пырей ползучий	<i>Agropyrum repens</i>	Юг Европ. части СССР	Луга, перелог
Пырей сибирский (житняк)	<i>Agropyrum sibiricum</i>	СССР	
Райграс французский (высокий)	<i>Arrhenatherum elatius</i>	Юг и нечернозем. полоса Европ. части СССР (луга)	Сено, луга
Райграс английский	<i>Lolium perenne</i>	Юг Европ. части СССР и Кавказ	Пастбища с влажной почвой
Райграс итальянский	<i>Lolium italicum (L. multiflorum)</i>	Юг Европ. части СССР	Сено
Рожь	<i>Secale cereale</i>	СССР	Зеленый корм, зерновой корм
Свекла (кормовые сорта: эксцельсбор, мамут, арним-кривенская, экендорфская, обервдорфск., баррес, суттон)	<i>Beta vulgaris</i>	СССР	Сочный корм

Табл. 3.—Кормовые растения СССР. (Продолжение.)

Кормовое растение	Ботанич. название	Районы и места распространения	Примечание
Сераделла	<i>Ornithopus sativus</i>	Белоруссия и средняя полоса Европ. части СССР	Сено, зеленый корм, зеленое удобрение
Ситник	<i>Juncus sp. sp.</i>	На заболоч. лугах	Пастбища
Сорго	<i>Sorghum saccharatum</i>	Юг Европ. части СССР и Кавказ	Зеленый корм (редко на сено)
Соя	<i>Soja hispida</i>	Юг Европ. части СССР и Дальний Восток	Зеленый корм
Суданская трава	<i>Sorghum exiguum</i>	ЦЧО и засушливые районы	Сено, зеленый корм
Тимофеевка	<i>Phleum pratense</i>	Европ. часть СССР (не переносит засухи)	Сено
Тимофеевка степная	<i>Phleum Boehmeri</i>	Степная полоса Европейской части СССР (не боится засухи)	Сено
Типчани	<i>Festuca {ovina</i>	Засушливые р. (степи) СССР	Пастбища, зимняя пастба
Топинамбур (земляная груша)	<i>Helianthus tuberosus</i>		
Трясуни	<i>Briza media</i>	Лесные поляны СССР	«Лесное сено», выпас
Турнепс, корм. репа; сорта: остерундский, бауфельдский, анкор, 6-недельный и др.	<i>Brassica rapa rapifera</i>		
Тыква кормовая	<i>Cucurbita pepo maxima</i>	СССР	Сочный корм
Хвощ	<i>Equisetum sp. sp.</i>	На заболоченных лугах	Пастбища
Чаполоть	<i>Hierochloë odorata</i>	Лесные поляны СССР	Выпас
Чечевича	<i>Ervum Lens</i>	СССР	Зеленый корм
Чина	<i>Lathyrus pratensis</i>	Средняя полоса Европ. части СССР	Пастбища
Чумиза	<i>Panicum frumentaceum</i>	Дальний Восток	Зеленый корм
Шпергель	<i>Spergula arvensis</i>	Средняя полоса Заболоченные луга	Зеленый корм
Щучка	<i>Deschampsia caespitosa</i>		
Эспарцет	<i>Onobrychis viciaefolia</i>	Известковые почвы ЦЧО и УССР	Сено
Язвенник	<i>Anthyllis vulnerari</i>	Средняя полоса Европ. части СССР	Пастбища
Ячмень	<i>Hordeum vulgare</i>	Европ. часть СССР	Зерновой корм, зеленый корм

пространения и данные об использовании К. р., а в табл. 4—химический состав сена кормовых трав.

Табл. 4.—Химич. состав сена различных кормовых трав в %.

Кормовые растения	Протеин	Жир	Безазот. веществ	Клетчатка	Зола
Клевер красный . . . . .	13,5	2,9	37,1	24,0	6,0
» пиведский . . . . .	13,6	3,1	31,5	25,7	7,1
» белый . . . . .	14,9	3,6	35,7	23,1	6,7
Люцерна . . . . .	16,2	2,4	31,1	27,0	7,3
Вика посевная . . . . .	14,2	2,5	32,8	25,5	8,3
» мохнатая . . . . .	21,6	3,4	25,4	27,7	5,9
Эспарцет . . . . .	13,2	2,5	32,5	28,0	7,3
Могар . . . . .	10,8	2,2	35,5	29,4	5,7
Суданская трава . . . . .	16,4	2,9	42,9	28,3	9,4
Тимофеевка . . . . .	8,5	2,4	41,1	28,5	5,2
Костер безостый . . . . .	7,0	1,5	33,1	38,3	4,7
Лисохвост луговой . . . . .	9,1	2,3	28,7	38,9	6,7
Ежа сборная . . . . .	8,0	2,7	43,1	25,6	6,3
Овсяница луговая . . . . .	7,7	2,2	28,9	40,5	4,3
Полвица белая . . . . .	7,6	2,3	44,0	26,1	5,7
Мятлик луговой . . . . .	10,4	3,1	49,9	29,9	6,7
Ширей ползучий . . . . .	9,4	2,0	35,3	32,6	5,7
Райграс французск. . . . .	11,2	2,7	31,6	29,4	9,9
» английский . . . . .	10,2	2,7	36,1	30,2	6,5
» итальянск. . . . .	11,2	2,2	40,6	22,9	7,8
Волонец песчаный . . . . .	5,6	2,2	26,8	44,8	6,6
Щучка . . . . .	9,1	2,9	37,6	31,2	6,6
Шпергель . . . . .	2,4	2,3	41,8	21,8	9,1

Большое значение имеет семеноводство кормов. трав, т. к. из-за недостатка в СССР этих семян их еще недавно приходилось выписывать большими партиями из-за границы.

За последнее время широко распространилось скормливание кормовых трав и других растений в заквашенном (с и л о с о в а н о м) виде. При силосовании растений грубые ткани растений размягчаются, вследствие чего на силос могут идти такие растения, которые в виде зеленого корма или сена не м. б. использованы в виду их грубостебельности. С этой целью возделывают подсолнечник (срезаемый на силос в незрелом виде), кукурузу и др. Культура кормовых растений на силос широко распространена в Соединенных штатах Америки и Канаде и стала вводиться и в наших крупных советских хозяйствах.

Помимо перечисленных трав к растениям, у которых на корм используются их надземные вегетативные органы, относятся также некоторые растения, дающие корм в виде сочных зеленых листьев; эта группа растений по характеру своего возделывания относится к пропашным культурам, т. е. к таким, у которых междуурядья поддерживаются все лето в чистом состоянии.

Группа К. р., у которых на корм используются подземные органы, имеет гораздо меньшее число представителей. Сюда относятся корнеплоды—2-летние растения, образующие в первый год жизни толстый мясистый корень, в котором откладываются запасные питательные вещества, используемые растением на следующий год жизни, когда оно цветет и плодоносит. Химич. состав корней корнеплодов дан в следующей табл. 5.

Табл. 5.—Химический состав корневой различных корнеплодов (в % от свежего веса).

Составные части	Турнепс	Корм. брюква	Корм. свекла	Корм. морковь
Вода . . . . .	90,8	87,8	88,0	87,0
Протеин . . . . .	1,2	1,5	1,2	1,2
Жир . . . . .	0,2	0,2	0,1	0,2
Безазот. экстр. вещества . . . . .	5,9	8,2	8,7	9,3
Клетчатка . . . . .	1,1	1,3	0,9	1,3
Зола . . . . .	0,8	0,9	1,1	1,0

Большое значение имеет у нас репродукция семян корнеплодов; с этой целью хорошо сохранившиеся зимой корневые высаживаются весной в поле, где они выбрасывают цветоносные стебли. Уборка семян (особенно турнепса) производится, вследствие их легкой осыпаемости, до полной зрелости. Срванные верхушки стеблей раскидываются на брезенте на солнце, где и дозревают.

К растениям, доставляющим корма в качестве побочного продукта, относятся почти все культурные растения, остающиеся при своем использовании отходы: зерновые хлеба и зерновые бобовые (солома, мякина), сахарная свекла (ботва, жом), картофель столовый (ботва, очистки) и технич. (ботва, очистки, барда, мезга), масляные растения (жмыхи) и др.

Культура К. р. имеет огромное народнохозяйственное значение, так как дает возможность поднять животноводство и тем повысить общую товарность сел. х-ва; особенно большое значение имеет она у нас теперь в связи с реконструкцией и интенсификацией сельского хозяйства. Удельный вес культуры К. р. в главных государственных видах из табл. 6.

Табл. 6.—Площадь, занимаемая кормовыми растениями в различных государствах.

Название страны	Площадь под лугами		Площадь под травами и другими К. р. в полевом хозяйстве	
	в млн. га	в % от всей территории	в млн. га	в % от всей полевой площади
Австралия . . . . .	1,7	0,2	1,8	19,6
Австрия . . . . .	2,3	28,0	0,3	16,5
Аргентина . . . . .	156,7	53,1	7,9	37,1
Великобритания . . . . .	17,5	56,0	2,4	32,7
Германия . . . . .	7,9	16,8	33,2	16,4
Голландия . . . . .	1,3	38,4	0,1	11,9
Дания . . . . .	0,3	7,1	1,1	42,2
Индия (Британская) . . . . .	46,6	18,7	3,5	2,9
Испания . . . . .	20,8	41,2	1,1	7,0
Италия . . . . .	6,8	22,1	2,1	16,2
Канада . . . . .	16,9	1,7	5,6	20,2
Норвегия . . . . .	6	5,0	0,4	64,9
Польша . . . . .	6,4	16,4	1,3	7,1
Румыния . . . . .	4,3	14,5	0,5	4,4
СССР . . . . .	36,1	1,6	2,0	1,5
США . . . . .	6,0	0,8	24,9	18,8
Финляндия . . . . .	2,1	3,4	1,0	46,8
Франция . . . . .	10,9	20,1	5,1	22,0
Чехо-Словакия . . . . .	2,6	18,4	1,3	22,8
Швеция . . . . .	0,9	2,2	1,6	42,6
Швейцария . . . . .	1,7	40,5	0,3	66,2
Югославия . . . . .	4,4	17,7	0,3	4,5

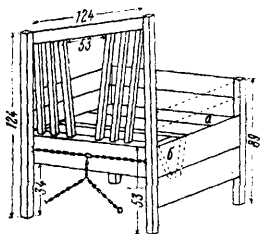
Лит.: Прянишников Д. Н., Частное земледелие, 7 издание, М.—Л., 1929; Будрин П. В., Частное земледелие, т. 2, 2 издание, М.—Л., 1928; Вавилов Н. И., Полевые культуры Юго-Востока, Петроград, 1922; Стебут И. А., Полеводство (учение о полевой культуре), вып. 1, Петербург, 1888; Борисенко Ф. Ф., Селекционные сорта полевых и луговых культур СССР, Л., 1928; Моляков Л. И., Кормодобывание, 2 изд., Вологда, 1927; Бриллиант В. А. и Харыкова Е. Д., Кормовые растения, Химико-технический справочник, ч. 4, вып. 3, Ленинград, 1927; Вильямс В. Р., Естественноисторическ. основы луговодства, Москва, 1922;

Иванов В. И., Луговодство, М.—Л., 1929; Келлер Б. А., Растительный мир русских степей, вып. 1, Воронеж, 1923; Алексин В., Наши поемные луга, Москва, 1926; Штеблер Ф. Г., Возделывание кормовых растений, пер. с нем., Москва, 1928; Журавлев П. Д., Культура многолетних кормовых растений на семена, Вологда, 1927; Леньков П. В., Семна кормовых трав, Москва, 1928; Кабанов Б. А., Химический состав многолетних кормовых трав, Ульяновск, 1925; Иозефович Л. И., Травосеение в засушливой области СССР, М., 1925; Модестов А. П., Выбор кормовых культур, Москва, 1919; Дмитриев А. М., Кормовые травы в хозяйствах и на опытных станциях Северной Америки, П., 1915; Харченко В. А., Уборка и сохранение кормов, П., 1915; Люст А., Клевер и тимофеевка, СПб., 1902; Константин П. Н., Люцерна, М., 1923; Левцкий Н., Люцерна и эспарцет, Днепропетровск, 1926; Демяков В., Вика обыкновенная, Полтава, 1904; Модестов А. П., Вика мохнатая—озимая трава, Москва, 1925; Кирсанов А. Т., Донник как культурное растение в США, Ленинград, 1927; Кусков П. В., Возделывание люцерны и ковра беззостого, Москва, 1924; Чайнов А. В. и Тумановский С. П., Экономические основы полевой культуры корнеплодов и трав, Москва, 1927; Харченко В. А., Возделывание кормовых корнеплодов, М., 1929; его же, Возделывание корнеплодов на семена, Москва, 1924; Козловский В. И., Земляная груша, 5 издание, Вильно, 1911; «Известия Государственного лугового института имени Вильяма В. Р.» М., 1926; Cobb F., Les plantes nuisibles dans les fourrages, Lausanne, 1903; Guisdale J., Culture et emploi de betteraves fourragères, Ottawa, 1911; Sampson A., Range and Pasture management, N. Y., 1923; Sampson A., Native American Forage Crops, New York, 1924; Hoffmann R., Der Feldfutterbau, «Handb. d. Landwirtschaft», hrsg. v. Fr. Aereboe, J. Hahsen u. Th. Roemer, Berlin, 1928—29. В. 3; Zorn W., Wiesen und Weiden, ibidem; Weiss T., Der neuzeitliche Futterbau, Stuttgart, 1926; Riedel A., Die Weide, Freising, 1922; Cook, Foodplants of Ancient America, Wash., 1904.

### КОРМУШКИ, прибор для кормления скота.

От устройства кормушки зависит скормливание кормов без потерь. Для разных родов с.-х. животных К. имеют различн. устройство и изготовляются из дерева, железа, бетона. Для лошадей деревянные К. имеют толщину 6,5 см на боках и 7,5 см на дне. Ширина К. у дна 26 см, а сверху 31—35 см. Верхние края обиваются железом на 7—8 см ширины. Для сена и грубых кормов строят ясли в виде деревянной решетки из брусьев толщиной 8 см. Ясли делают также железные в форме корзин и устанавливают в каждом стойле над К. В последнее время часто ставят К. и ясли на одной высоте, укрепляя их на особом помосте, называемом кормовым столом. Для ценных племенных лошадей кормушки делают эмалированными или даже мраморными.

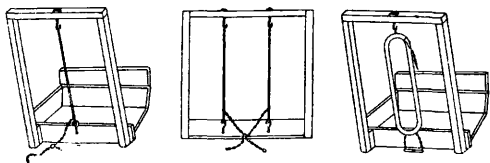
Для крупного рогатого скота часто делают кормушки датского типа (фиг. 1), состоящие из кормового стола а, на котором задается грубый корм; перед кормовым столом устроен жолоб б для сильных кормов. Чтобы животные не разбрасывали корма, спереди датской кормушки устраивают решетку, посредине которой имеется свободное пространство для помещения головы и шеи животного. Различные видоизменения такого типа К. очень распространены. В отличие от датских К. американские (фиг. 2) устраиваются низко над землей (в 15—16 см от пола), совсем не



Фиг. 1.

имеют кормового стола, решетка, предохраняющая от разбрасывания кормов, замена особой привязью. Вместо кормового стола заднюю стенку кормушки делают корытообразной.

Для мелкого рогатого скота (овец и коз) К. устраиваются в виде круглых и продолговатых яслей, с тем чтобы животные могли



Фиг. 2.

просовывать через решетки свои морды, но не разбрасывали кормов по сторонам. Длинные ясли устраивают вдоль стен и тогда животные стоят в один ряд; при расположении же яслей посредине овчарни К. делаются двойными (фиг. 3). Круглые ясли делают обыкновенно диам. 1,25 м и такими яслями могут пользоваться одновременно 20 овец. В овчарнях обычно овец держат на навозе и потому ясли лучше делать передвижными для равномерного утаптывания и отложения навоза в помещении.

В свиарниках К. устраивают в виде корыт (из дерева, жести, кирпича на цементе, песчаника и других материалов).

Размеры корыт соответствуют размерам свиней, причем на крупную свинью корыто д. б. дл. не менее 35 см, при такой же глубине.

Верхний край корыта должен возвышаться над уровнем пола на 50 см. Для подсосных маток длина корыта увеличивается, а глубина уменьшается вдвое. Для удобства чистки корыта несколько выступают в коридор свиарника и закрываются легко откидывающейся крышкой. Мелким свиньям соответственно уменьшают размеры К.

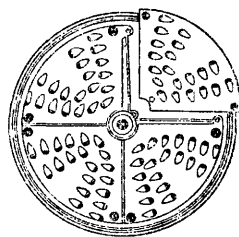
Весьма разнообразны К. для домашней птицы, но конструкция их в общем напоминает уменьшенные К. для мелкого рогатого скота с тем отличием, что дно этих К. делают сплошным для помещения зерновых кормов, меса и мучнистых кормов.

Лит.: Иванов М. Ф., Свиноводство, 3 издание, М., 1924; его же, Сел.-хоз. птицеводство, 3 изд., Москва, 1925; Добросмыслов И. А., Зоогигиена, 2 изд., М.—Л., 1927.

**КОРНВАЛЛИЙСКИЙ КОТЕЛ, см. Котлы паровые.**

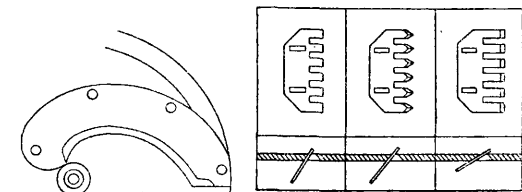
**КОРНЕРЕЗКИ**, машины для измельчения корнеплодов. Их разделяют на собственно К., дающие отдельные куски или стружки, и корнедробилки, превращающие клубни и корни в мязгу. Собственно корнерезки разделяются, в свою очередь, на дисковые и барабанные. Барабанные К. менее производительны и мало распространены вследствие плохого захватывания клубней. Дисковая К. состоит из ковша, куда засыпаются клубни, и диска с ножами, приводимого в движение рукояткой. Ковш решетчатый (сквозь отверстия проскакивают посторонние при-

меси), внутри ковша расположен червяк, подающий клубни к ножам. Одни ножи (фиг. 1—3) отрезают пластинки по длине или ширине клубней и применяются для шинкования капусты и подготовки корнеплодов к сушке, другие—нарезают узкие стружки различной толщины в зависимости от установки ножицков; диски, снабженные карманообразными ножицками, нарезают клубни столбиками. Производительность дисковых К. в среднем при 30 об/м.—ок. 800 кг/ч. Корнедробилки дают мелкую мязгу для смешивания ее с сечкой; недостаток их—большая потеря сока при



Фиг. 1.

дроблении. Корнедробилка состоит из решетчатого ковша, внутри которого находится барабан с крючковатыми ножами, входящими при вращении в нарезы горизонтально бесконечного винта; производительность ручной корнедробилки 300—400 л/ч.



Фиг. 2.

Фиг. 3.

Лит.: Дебу К. И., Соломорезки и корнерезки, СПб., 1914.

**КОРОВОЕ МАСЛО**, сливочное масло, получается сбииванием коровьего молока или сливок на маслобойках. Масло находится в свежем молоке в виде эмульсии—мельчайших капелек, окруженных белковой оболочкой (казеином), к-рые при механич. ударах друг о друга слипаются в комки. Для получения К. м. употребляют свежие или сквашенные сливки, в зависимости от чего продукт носит соответственно название сладкого или кислого сливочн. масла. Благодаря большому содержанию молочной к-ты кислое масло более стойко против микроорганизмов. Средний состав К. м. (в %) виден из следующей таблицы.

Средний состав коровьего масла.

Составные части	Сливочное масло	
	сладкое	кислое
Жир . . . . .	84	85,6
Вода . . . . .	12	11,6
Белки . . . . .	1,1	0,6
Молочный сахар . . . . .	0,5	0,4
Зола и NaCl . . . . .	0,2	1,7

В состав К. м. входят гл. обр. глицериды следующих насыщенных и ненасыщенных к-т: масляной (5,45% от общего количества жиров), капроновой (2,09%), каприловой (0,49%), каприновой (0,32%), лауриновой (2,57%), миристиновой (9,89%), пальмитино-

вой (38,61%), стеариновой (1,83%), олеиновой (32,50%) и диокстеариновой (1,0%); из смешанных триглицеридов найдены бутиропальмитоолеин и бутиропальмитостеарин. Грюн и Вирт нашли в К. м. также небольшие количества ненасыщенных кислот—деценной,  $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_2$ ;  $\text{C}_{11}\text{H}_{20}\text{O}_2$ ; и гексадеценной,  $\text{C}_{16}\text{H}_{30}\text{O}_2$ . Кроме того в К. м. содержится холестерин (0,3—0,5%). Количественное соотношение различных кислот в К. м. несколько варьирует в зависимости от времени года, характера корма, породы скота, периода лактации и т. д. К. м. имеет  $t_{\text{пл.}}^{\circ}$  26—33°; удельный вес  $D_{15}^{\circ}$  = 0,925—0,942; числа: омыления 220—245, Рейхерта-Мейсля 23—33, Генера 86,4—90,8, иодное 32,8—44,8, Поленске 1,6—3,0. С повышением числа Рейхерта-Мейсля растет и число Поленске. Кислотность К. м. равна 0,1—0,5, считая на олеиновую кислоту. Благодаря значительному содержанию питательных веществ К. м. представляет удобную среду для развития микроорганизмов, с деятельностью которых связано так называемое прогорькание масла—процесс, еще недостаточно изученный; прогорьклое К. м. является измененным по химич. составу и содержит свободные альдегиды. Показатель преломления К. м. 1,4520—1,4564 (при 40°). Показатель бутирорефрактометра низок: при 40° он равен 40,5—46,0; это обуславливается наличием большого количества к-т предельного ряда. К. м. содержит много (8—8,5%) летучих с парами воды кислот; этим обуславливается высокое число Рейхерта-Мейсля—наиболее важная константа для К. м.: оно позволяет до известной степени судить о фальсификации масла, так как все примеси понижают число Рейхерта-Мейсля. В Западной Европе над маслом с числом Рейхерта-Мейсля ниже 26 производится более подробный анализ. Между числом Рейхерта-Мейсля и числом омыления существует прямая связь; последнее растет с накоплением низкомолекулярных к-т и среди животных жиров оно имеет наивысшее значение для сливочного масла. Повидимому и климат имеет влияние на число Рейхерта-Мейсля: в мягком и теплом климате оно бывает выше, в холодном—ниже; при содержании скота зимой в холодном помещении оно также падает.

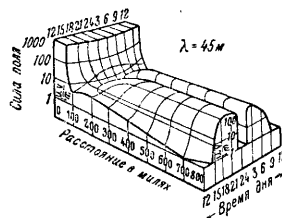
Топленое К. м. имеет зернистую структуру; оно содержит только 0,9—1,0% воды, следы белков и сахара и более стойко при хранении. См. *Маслоделие*.

Лит.: Инихов Г. С., Анализ молока, масла и молочных продуктов, Вологда, 1926; Демьянов П. Я. и Прянишников Н. Д., Жиры и воски, Химия и анализ, 2 изд., М.—Л., 1928; Аналитические таблицы физико-химическ. свойств сибирского масла, Томск, 1913; E l s d o n G. D., The Chemistry and Examination of Edible Oils a. Fats, L., 1926. С. Иванов.

**КОРОТКИЕ ВОЛНЫ.** Под К. в. в радиотехнике обычно понимаются электромагнитные волны, имеющие длину от 10 до 100 м (частоты от  $3 \cdot 10^4$  до  $3 \cdot 10^3$  кц/сек.). В отличие от длинных волн, распространение волн этого диапазона происходит своеобразным способом. В относительно недалеком расстоянии от передающей радиостанции волны покидают поверхность земли и дальнейшее их распространение происходит в верхних слоях атмосферы, к-рая, будучи ионизиру-

ванной главн. обр. солнечными лучами, является для них оптически преломляющей средой. В большем или меньшем удалении от передатчика эти волны вновь возвращаются на поверхность земли. После этого они снова отражаются землей и дальнейшее их распространение опять происходит в верхних слоях атмосферы. Различают зону вблизи передатчика, где прием возможен, мертвую зону, или *зону молчания* (см.), соответствующую тому району, где волны уже покинули земную поверхность, дальше—первую зону дальнего действия, затем снова зону молчания, вторую зону дальнего действия и т. д. При этом, чем короче волна, тем меньше зона слышимости вблизи передатчика и тем больше мертвая зона.

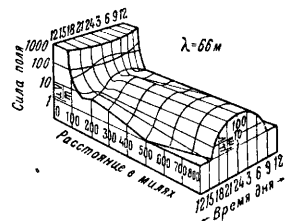
Т. к. основным фактором, ионизирующим атмосферу, являются солнечные лучи, то условия распространения К. в. тесно связаны с интенсивностью солнечного освещения. Поэтому распространение волн происходит различно днем и ночью, летом и зимой, а также—различно в разных широтах. Волны более длинные испытывают большее преломление и в большей степени поглощаются ионизированной средой. Поэтому мертвая зона при усиленной ионизации может казаться для более длинных волн указанного диапазона вовсе отсутствующей. Например днем и летом в наших широтах она почти не наблюдается для волн, близких к 40 м. Вместе с тем в условиях сильной ионизации более длинная часть диапазона уже настолько сильно поглощается, что дальняя связь при их помощи не может быть осуществлена. Наоборот в случае малой ионизации более короткая часть диапазона волн может испытать настолько незначительное преломле-



Фиг. 1.

Фиг. 2.

ние, что электрические лучи не будут повернуты обратно к земле, а выйдут за пределы земной атмосферы. При этом условия естественно, что для установления связи между какими-либо двумя пунктами в различных условиях следует применять различные волны. Вообще говоря, чем больше расстояние и чем больше освещенность, тем короче д. б. волна. Весьма наглядная количественная связь в этом отношении может быть выражена в виде диаграмм (фиг. 1—3), данных Хиссингом, Скелленгом и Саувортом, на которых вид-

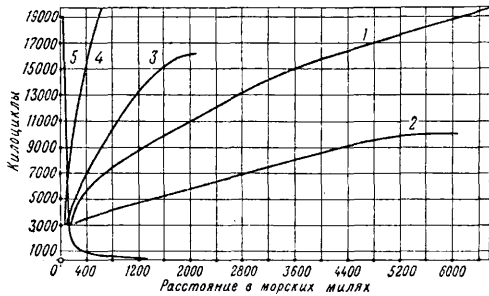


Фиг. 3.

Фиг. 3: A 3D diagram showing the propagation of a radio wave with wavelength λ = 66 м. The wave starts at a transmitter (left) and reflects off the ground surface. The vertical axis is labeled 'Сила поля' (Field strength) with values 1, 10, 100, 1000. The horizontal axis is labeled 'Расстояние в миль' (Distance in miles) with values 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100. The wave's path is shown as a series of peaks and troughs. A label 'λ = 66 м' is placed above the wave. The ground surface is labeled 'Время дня' (Time of day).

на связь между силой поля, расстоянием и временем суток для волн длиной в 33, 45 и 66 м. Практически в настоящее время для целей коммерческой связи пользуются преимущественно диапазоном от 10 до 60 м, причем на каждой линии связи применяют чаще всего 2 (а иногда 3) волны, служащие для различн. времен года и для различного времени суток. Волны короче 30 м являются преимущественно дневными и летними, а волны длиннее 30 м — ночными и зимними.

При выборе рабочей длины волны большую помощь на практике должен оказывать график (фиг. 4), составленный на основании опыта следующих америк. фирм и учреждений: 1) Америк. телефонной и телеграфной компании, 2) Радиокорпорации Америки,



Фиг. 4.

3) Всеобщей электр. компании, 4) армии США, 5) Морской научно-исследовательской лаборатории и 6) флота США. Кривые относятся к мощности в 1 kW в антенне при работе незатухающими колебаниями; на месте приема предполагаются приемники средней чувствительности. Кривая 1 (фиг. 4) показывает зависимость  $d$  (расстояния) от  $f$  (частоты) для радиосвязи небесной волной во все времена года примерно в полдень. Кривая действительна с точностью  $\pm 500$  ц/ск. для частоты и  $\pm 320$  км для расстояния при связи примерно по меридиану. Частота и расстояние для случая связи по параллели могут сильно отличаться от найденных по кривой. Кривая 2 дает зависимость  $d$  от  $f$  для радиосвязи небесной волной во все времена года ночью при работе по меридиану; при связи по параллели частота и расстояние могут несколько отличаться от найденных по кривой. Так. обр. необходимые частоты для радиосвязи на заданные расстояния для любого времени суток и года лежат между ординатами кривой 1 и 2. Кривая 3 характеризует начало мертвой зоны для средиземной полуночи в функции от частоты. Кривая 4 дает ту же зависимость для средиземного полдня. Очевидно, что для любого времени суток и года начало мертвой зоны для заданной частоты лежит между абсциссами соответствующей ординаты кривых 3 и 4. Кривая 5 характеризует зависимость  $d$  от  $f$  для земной волны для всех времен суток и года; ночные эффекты ею не учитываются.

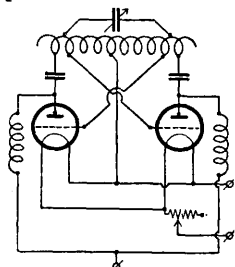
Преимуществом К. в. являются: а) огромная сила приема, обусловленная почти полным отсутствием поглощения их в атмосфере при правильно выбранных условиях; б) значительно меньшее количество атмо-

сферных помех; в) возможность применения остро направленной передачи; г) возможность применения весьма больших скоростей передачи; д) относительно малые мощности, требующиеся для покрытия больших расстояний. Недостатком их являются: а) нерегулярность прохождения сигналов, которая тесно связана с изменчивыми атмосферными условиями; б) некая сложность устройств, необходимая для получения устойчивой коммерч. связи; в) относительно легкая возможность помех со стороны очень маломощных станций, работающих на той же волне. Одной из неприятных особенностей К. в. является также непостоянство силы сигнала, к-рая все время подвергается резким и глубоким колебаниям, а иногда и полному исчезновению на нек-рое время. Это явление носит название *замираний* (см.).

Весьма важным вопросом в коротковолновой технике является вопрос стабилизации волны, т. е. придания волне необходимой устойчивости в отношении ее длины. Требования, которые в этом отношении предъявляются современной техникой передатчику, чрезвычайно высоки. Они обусловлены выгодой применения на приемной станции очень избирательных устройств. При применении пишущих устройств, связанных с избирательными приемниками, обычно требуется, чтобы колебания длины волны не превосходили нескольких тысячных или немногих сотых долей процента. Стабилизация д. б. тем выше, чем волна короче; достигается это целым рядом мероприятий, о которых будет сказано ниже. Некоторые наблюдения заставляют предполагать, что при процессе распространения волн в пространстве наблюдаются иногда периодические изменения длины волны, вызываемые видимому быстрым перемещением преломляющих волны слоев атмосферы. В отличие от длинноволновой связи коротковолновая связь не базируется в настоящее время на каких-либо даже приближенных расчетах. Т. к. перекрытие даже очень больших расстояний в нек-рых случаях возможно при минимальной мощности и т. к., с другой стороны, самые большие мощности в нек-рых случаях не обеспечивают регулярной связи, то привычное в радиотехнике понятие о зависимости дальности от мощности здесь совершенно отсутствует. Увеличение мощности и усовершенствование приемного и передающего устройств приводят в сущности не к увеличению дальности действия станции, а к увеличению числа часов прохождения связи и к увеличению скоростей передачи. В отличие от длинноволновой, связь на короткие волны вообще легче осуществляется летом и днем. Кроме того увеличение расстояния за известными пределами (5—7 тысяч км) мало сказывается на силе сигнала. Связь по меридиану оказывается более успешной, чем связь между пунктами, имеющими большую разность долгот, так как в первом случае условия освещенности более однородные. Практически связь с антиподами часто осуществляется весьма маломощными станциями. Нерегулярная связь между пунктами, находящимися на расстоянии нескольких тысяч км, с достаточной

легкостью осуществляется при помощи передатчика, имеющего мощность порядка десятков или сотен W. Прочная коммерческая связь на несколько тысяч км, а равным образом и с наиболее удаленными точками земного шара требует уже применения мощностей порядка 5—20 kW в соединении с направленными антеннами и со всеми осложнениями как в приемном, так и в передающем устройствах.

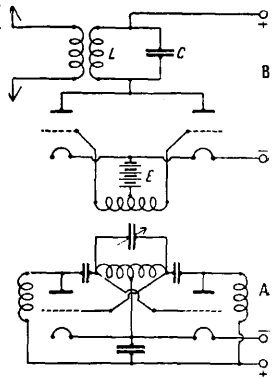
Передатчик К. в. Простейший передатчик м. б. осуществлен по одной из обобщенных схем генератора с одной или двумя лампами. Принципиальная схема такого передатчика показана на фиг. 5. Он м. б. осуществлен на любых лампах, начиная с усилительной и кончая лампой мощности ок. 100 W. Такой передатчик может питаться постоянным или переменным током. Основным недостатком такого передатчика является отсутствие стабильности волны. Причинами нарушения длины волны являются изменения емкости антенны, изменения режима ламп, движение вблизи передатчика различных предметов, в том числе и самого оператора, и, наконец, движение различных частей самого передатчика, например дрожание катушек, проводов и пр. Несмотря на это оказывается возможным осуществлять при помощи такого рода передатчиков связь неотвешиваемого характера, в особенности если передатчик питается переменным током, что обуславливает непрерывную вариацию волны благодаря изменению анодного напряжения или тока накала. Такая вариация облегчает прием нестабилизированной волны, так как создает расплывчатый резонанс на приеме. Применение ламп большей мощности является непрактичным при такой простой схеме, так как она вносит значительно большую дестабилизацию благодаря своим большим геометрическим размерам. Такие передатчики, будучи простыми и удобными для любительских целей, весьма сильно засоряют эфир и служат причиной помех для станций серьезного значения. Поэтому в последнее время стремятся значительно ограничить мощность таких нестабилизированных передатчиков. Стабилизация небольших передатчиков в пределах нескольких десятых долей процента может быть достигнута применением усилительных схем, связанных с удвоением частоты. Одна из схем такого передатчика показана на фиг. 6. Здесь генератор А, собранный по симметричной схеме, действует на симметричный же усилитель высокой частоты В; в цепи анода усилителя В включен колебательный контур на удвоенной частоте, т. е. на волну вдвое более короткую. Если сетки ламп усилителя имеют достаточно большое отрицательное смещение, например при помощи батареи Е, то кривая анодного тока каждой лампы имеет сильно выраженную вторую гармонику и питает контур LC, настроенный на удвоен-



Фиг. 5.

ную частоту. Для охранения всего передатчика от толчков и влияний движения окружающих предметов его помещают на специальном фундаменте или на трубах, забитых непосредственно в грунт, и окружают металлич. экраном, соединенным с землей. Весьма значительную роль играют также меры, направленные к поддержанию постоянной величины накала и анодного напряжения. В некоторых случаях впрочем предпочитают применять и здесь питание анода переменным током звуковой частоты, так как получаемая при этом вариация волны, не будучи значительной, является все же достаточной для ослабления интерференционных замираний. Причина этого заключается в том, что интерференционная картина на приемной станции, т. е. распределение на территории, окружающей приемную станцию районов наибольшей слышимости и районов молчания, обусловленных интерференцией, значительно перемещается при малейшем изменении длины волны. Т. о., если волна варьирует, то приемная антенна попеременно оказывается находящейся то в зоне интенсивного поля, то в зоне ослабленного поля; вследствие этого сигнал не исчезает, и вредное действие замираний уменьшается. При весьма быстро действующей работе такая тональная передача неприемима. Возможно дальнейшее развитие этого же принципа, т. е. применение схемы, состоящей из многих каскадов, в которых частью происходит удвоение или утроение частоты путем выделения вторых или третьих гармоник, частью же происходит простое усиление высокой частоты. Такое устройство д. б. снабжено особенно тщательным экранированием, и тщательно должно поддерживаться постоянство режима ламп как в отношении накала, так и в отношении анодного напряжения. Такие передатчики практически осуществлены Маркони в его знаменитых направленных станциях служивших для связи между Англией и ее колониями.

Делались многочисленные попытки стабилизировать волну передатчика при помощи различного рода устройств, корректирующих происшедшие изменения волны соответствующим автоматич. изменением настройки передатчика. Действие таких механизмов основывалось на сопоставлении волны передатчика с волной какого-либо маломощного, но хорошо стабилизированного источника колебаний, находившегося на той же передающей станции и действовавшего на регулирующие приспособления. Некоторых успехов в этом отношении достиг Ширекс при помощи своего магнитного стабилизатора. Этот стабилизатор в настоящее время оставлен вследствие сложности ухода и недостаточной надежности действия. Кроме того



Фиг. 6.

генератор А, собранный по симметричной схеме, действует на симметричный же усилитель высокой частоты В; в цепи анода усилителя В включен колебательный контур на удвоенной частоте, т. е. на волну вдвое более короткую. Если сетки ламп усилителя имеют достаточно большое отрицательное смещение, например при помощи батареи Е, то кривая анодного тока каждой лампы имеет сильно выраженную вторую гармонику и питает контур LC, настроенный на удвоен-



для экранирования волны таким методом всегда требуется нек-рый промежуток времени, что вносит затруднения при быстро действующей передаче или при телефонировании. В настоящее время наибольшее распространение имеют методы стабилизации при помощи кварцевых пластинок. Пластины эти приготовляются определенным образом из пьезоэлектрич. кварца. Заряды, образующиеся на пластинке при ее сжатии и растяжении, дают возможность воздействовать на сетку катодной лампы электрич. образом; в свою очередь электрические поля, образуемые в конденсаторе электронной лампы, в которой помещена пьезоэлектрич. пластинка, вызывают в этой последней механич. эффекты сжатия и растяжения. Т. о. получается электромеханич. генератор, период к-рого задается кварцем. Т. к. затухание механич. колебаний в кварце очень мало, то получается вполне достаточная стабилизация. Обычно волна, которую непосредственно дает кварц, берется порядка 100—300 м. Дальше производится удвоение или утроение частоты или же усиление высокой частоты. Так как мощность, к-рую возможно получить в первом каскаде, управляемом кварцем, обычно бывает порядка одного или нескольких W, а мощность на выходе должна достигать даже десятков kW, то передатчик приобретает характер сложного многокаскадного устройства с применением ряда настроенных контуров, служащих для выделения гармоник или для усиления высокой частоты. Кроме того необходимо бывает принять целый ряд предосторожностей для того, чтобы обеспечить первые маломощные каскады от воздействия последующих более мощных каскадов. Эта мера в частности и выражается в применении нейтринирования и усиленного экранирования первых каскадов. В самом передатчике иногда принимаются меры для уменьшения замираний на приемной станции, выражающиеся в нек-рых дополнительных устройствах, которые позволяют или варьировать волну в небольших пределах или модулировать ее по амплитуде, что, как известно, и приводит к излучению не одной, а трех смежных волн. Использование маломощного передатчика для целей телефонирования встречает значительные трудности, так как нестабильность волны и дестабилизация ее самым процессом модуляции приводят к значительному искажению. Модуляция стабилизированного передатчика производится одним из обычных способов, причем теперь предпочитают модуляцию на сетку в одном из промежуточных каскадов усиления. В последнее время значительное упрощение в передатчиках достигается применением ламп с экранированным анодом. Эти лампы имеют очень малую внутреннюю емкость связь между анодом и сеткой и позволяют получить чрезвычайно большое усиление в одном каскаде. Поэтому применение таких ламп упрощает конструкцию передатчика как за счет уменьшения каскадов, так и за счет необходимости нейтринирования внутренних связей с целью предотвращения воздействия последующих каскадов на предыдущие. В отличие от длинноволновых пе-

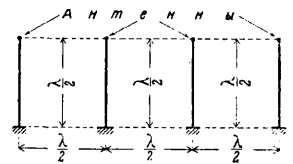
редатчиков коротковолновые обычно строятся на фиксированную волну. Большая передающая станция обычно имеет несколько передатчиков соответственно с теми длинами волн, к-рыми она должна работать в разные часы суток.

Передающие антенны К. в. Простейшей передающей антенной является произвольно подвешенный простой провод. Так как сопротивление излучений при этом получается все же значительным, то обычно о потерях в проводах и в земле не приходится особенно беспокоиться. Более сложная форма антенны — провод, имеющий несколько длин волн и работающий гармоникой. Такой провод излучает неодинаково во всех направлениях в вертикальном разрезе. В зависимости от номера гармоники, на которой он работает, он дает различное количество лучей, направленных под различными углами к горизонту. Сопротивление излучения вертикальной антенны, отнесенное к лучности тока, определяется следующими данными (первые 4 величины даны Пирсом, следующие — Баллантинном):

$\lambda : \lambda_0$	R	$\lambda : \lambda_0$	R
1,43 . . . . .	14,28	0,700 . . . . .	86,57
1,31 . . . . .	17,65	0,524 . . . . .	104,54
1,21 . . . . .	21,70	0,448 . . . . .	80,00
1,12 . . . . .	26,40	0,392 . . . . .	50,40
1,00 . . . . .	36,54	0,349 . . . . .	44,16
0,785 . . . . .	62,82	0,314 . . . . .	73,01

Проф. Пирсом рассчитаны величины сопротивления для Г-образных антенн, представленные в его труде рядом удобных для расчетов графиков. Ряд расчетных данных для сложных антенн дан М. А. Бонч-Бруевичем и А. А. Пистолькорсом.

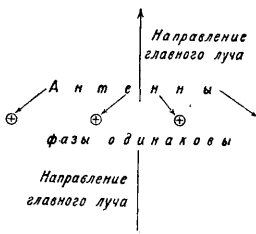
Для направления излучения в желаемую сторону применяются так назыв. направленные антенны, устройство к-рых весьма разнообразно, но всегда основано на одновремен. действии целого ряда отдельных вибраторов, определенным образом расположенных относительно друг друга. Простейший случай направленной антенны — ряд вертикальных вибраторов, длиной в полволну каждый, которые расположены по прямой линии в расстоянии полуволны друг от друга (фиг. 7). Если колебания во всех



Фиг. 7.

проводах такой системы возбуждаются в одной и той же фазе (фиг. 8), излучение происходит преимущественно в направлении, перпендикулярном линии, соединяющей провода. Если фазы в проводах чередуются, энергия преимущественно излучается

вдоль линии, соединяющей провода (фиг. 9). Излучение разделяется на главный луч, идущий в указанном выше направлении, и ряд боковых. Главный луч получается тем уже, чем больше длина захватываемого антенной



Фиг. 8.

пространства, т. е. чем больше число вибраторов, расположенных указанным выше образом. Вместе с сужением главного луча число боковых лучей увеличивается. Типичная кривая распределения излучения в сечении, перпендикулярном осям вибраторов,



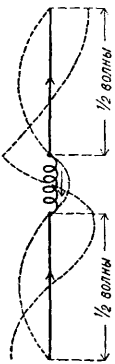
Фиг. 9.

дана на фиг. 10. С целью получения излучения только в одном направлении излучающие антенны располагают зеркало, которое также состоит из соответственного ряда вертикальных вибраторов. Чаще всего расстояние между антенной и зеркалом делается



Фиг. 10.

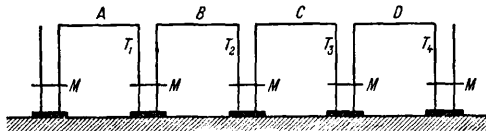
ок.  $\frac{1}{4}$  длины волны. По современным воззрениям считается также полезным не только направить луч в желаемую сторону, но и сосредоточить главн. массу излучений энергии в направлении, которое по возможности близко к горизонту. Рациональность такого направления следует в общем считать установленной только для более короткой части диапазона К. в. Для целей сужения луча в вертикальной плоскости и излучения



Фиг. 11.

главной массы энергии в направлении горизонта применяются многоэтажные антенны, состоящие из ряда вертикальных проводов, расположенных один над другим и возбужденных так, обр., что фазы во всех них оказываются одинаковыми. Этого можно достигнуть простейшим путем, делая каждый из вибраторов длиной в полволну и помещая между ними соединительные катушки, в которых теряется часть фаз (фиг. 11).

В последнее время большое распространение получают также горизонтальные антенны. Одна из таких антенн изображена на фиг. 12. Здесь *ABCD* — провода, длиной в полволну, расположенные горизонтально, а *T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>* — лехеровы системы, замкнутые мостами *M*, в к-рых укладывается по полуволне. В такой антенне колебания во всех проводах происходят в фазе, и антенна излучает энергию преимущественно в направлении, перпендикулярном линии вибраторов. Применением зеркал возможно направить всю энергию только в одну сторону, а расположением ряда антенн одна за другой и соответственным их возбуждением



Фиг. 12.

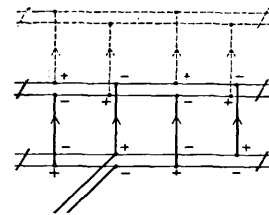
можно сузить луч в вертикальном разрезе, т. е. приблизить его к горизонту. Промежуточным типом антенн является зигзагообразная антенна (фиг. 13), которая при возбуждении всех ее проводов в чередующихся

фазах дает результат, весьма близкий к антенне с вертикальными вибраторами. Весьма важным является вопрос о питании сложных направленных антенн, к-рое дало бы желаемые фазы и амплитуды колебаний во всех вибраторах. Для этой цели в нек-рых системах применяются специальные коллекторные устройства, напр. в виде лехеровой системы (фиг. 14 — система Татаринова).



Фиг. 13.

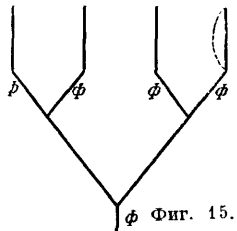
В других системах (Маркони) применяется питание при помощи постепенно разветвляющихся проводов  $\Phi$  (фиг. 15), и наконец в целом ряде случаев (Ширекс, Мейснер) применяются системы, в которых сам провод служит вместе с тем также и канализатором энергии. Для правильной работы всего передающего устройства в целом выгодно применять такие устройства, при которых в проводах, отходящих от передатчика, устанавливается «бегущая волна». Другими словами, питание д. б. устроено так, образ., чтобы вся энергия,



Фиг. 14.

идущая от передатчика, поглощалась антенной без обратного ее отражения, которое повело бы за собой возникновение стоячей волны в соединяющих проводах. В конструктивном оформлении применяется ряд мер для того, чтобы сделать

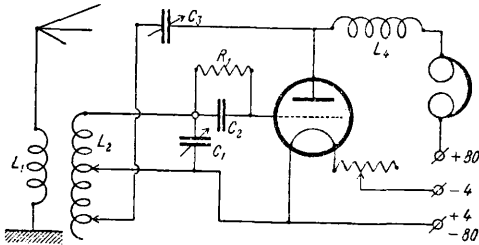
антенну по возможности устойчивой к действию ветра и гололедов; для охранения от этого последнего в конструкции антенны часто предусматривается возможность перегрева ее электрич. током. Особенно трудным является вопрос изоляции. Как правило стремятся не допускать расположения изоляторов в тех местах, где напряжение имеет наибольшую величину (т. е. в пучности напряжения). Канализация энергии от передатчика до антенн производится при помощи либо открытой лехеровой системы либо трубчатой лехеровой системы, состоящей из наружной заземленной трубы и внутренней провода, который проходит коаксиально. Часто делают эту канализацию в виде лехеровой системы, помещенной в экранирующую трубу, которая заземляется.



Фиг. 15.

Приемники и приемные антенны К. в. Простейшим коротковолновым приемником является обычно регенеративный приемник с емкостной или индуктивной обратной связью и с одной или двумя степенями усиления низкой частоты (фиг. 16). Такой приемник позволяет обнаруживать весьма слабые сигналы вследствие особенно больших преимуществ, даваемых регенеративным эффектом при К. в. Схема такого приемника не отличается от обыкновенных регенеративных приемников, но в монтаже ее приходится предусматривать некоторые осо-

бенности. Главнейшими из них являются предельное возможное уменьшение начальной емкости контурного конденсатора и экранирование как приемника, так и его питания. Экранирование имеет целью сохранить стабилизацию, к-рая легко нарушается, напр. при движении руки оператора. В коротковолновом приемнике особенно резко сказывается явление «увлечения» приемника приходящими колебаниями, которые стремятся заставить его колебаться синхронно с приходящей волной. Вследствие этого эффекта в коротковолновом приеме обычно не удается получить низких тонов биений, которые, как известно, соответствуют близкой настройке передатчика и приемника. Регенеративные приемники по своей простоте и достаточной надежности очень часто применяются в эксплуатационных установках, особенно там, где не требуется иметь пишущего



Фиг. 16.

приема. Гораздо более чувствительным приемником (но вместе с тем и более капризным) является суперрегенеративный. В К. в. эффект суперрегенерации дает поразительные результаты, особенно при волнах короче 30 м. Вследствие эффекта увлечения суперрегенеративный прием отличается весьма тупой кривой резонанса и весьма мало реагирует на плохую стабилизацию передающей станции. Прием даже отдаленных станций может происходить без всяких антенн, на одной лампе, вследствие исключительной чувствительности этого устройства. Тупая кривая резонанса позволяет не заботиться о каком-нибудь экранировании суперрегенератора, и прием сигналов возможен при наличии резких толчков, к-рым прибор подвергается, например при переноске и при перевозке его без всяких амортизаторов. В эксплуатационных установках суперрегенеративные приемники несмотря на свои огромные преимущества не находят применения главн. обр. из-за тупой формы кривой резонанса. Это свойство суперрегенератора, столь ценное при приеме нестабилизированного передатчика, в случае стабилизированного передатчика является только лишним источником помех, не давая возможности отстроиться от близкой мешающей станции. Другим неудобным обстоятельством является наличие шумов, связанных с процессом суперрегенерации. В профессиональных приемниках серьезного значения в настоящее время почти исключительно применяются суперрегенеративные устройства с одной или двумя промежуточными частотами. Такой приемник состоит из приемного контура, гетеродина, дающего с приходящей волной требуемые биения, детектора промежуточ-

ной частоты и усилителя этой частоты. После нескольких каскадов усиления промежуточной частоты, которая обычно весьма высока (напр. 300 кц/сек.), получают при помощи второго гетеродина биения с этой частотой, которые дают после детектирования или вторую промежуточную частоту или частоту низкую. Эта новая частота вновь подвергается усилению, а если нужно, то и второму детектированию. Такое устройство оказывается уже настолько сложным, что приемник представляет собою значительное технич. сооружение, массивность к-рого увеличивается применением металлч. ящиков, служащих экранами. Преимуществом такой системы является возможность получить совершенно устойчивое усиление с той остротой настройки, к-рая требуется для данного рода передачи и к-рая, вообще говоря, в этих условиях может быть сделана произвольно большой. Предел применяемой остроты настройки задается отчасти скоростью передачи, отчасти стабильностью принимаемых сигналов.

Важную задачу в эксплуатационных приемниках представляет собой ослабление влияния замираний. Простейшим, но далеко не радикальным средством является применение ограничителей, т. е. приборов, ограничивающих силу сигнала, если она превосходит некоторую предельную. В этом случае весь приемник рассчитывается на успешное действие при некоторой минимальной силе сигнала, соответствующей наличию замираний, ослабляющего сигнал. Все более сильные сигналы вследствие действия ограничителей производят тот же самый эффект, так как ограничители не допускают усиления сигналов выше определенной интенсивности. Т. о. нарушение режима приемного устройства может произойти только в том случае, если замирание ослабляет сигнал на большую величину, чем это предусмотрено регулировкой приемного устройства. Эта система является паллиативной по двум причинам: 1) глубокие замирания встречаются очень часто и дают нарушение связи и 2) в этой системе заведомо идут на значительное ослабление принимаемых сигналов, т. к. нормальным считается сигнал некоторой минимальной силы. Более радикальным средством является указанное выше изменение колебаний по амплитуде или по волне и в особенности применение приема одновременно в нескольких точках. Если расположить несколько антенн в нек-ром отдалении друг от друга и связать с каждой антенной отдельный приемник, то наступление замираний в этих приемниках будет происходить в различные моменты. Соединяя действие всех этих приемников в нек-ром центральном пункте, получают сигнал, свободный от интерференционных замираний. Приемники при этом будут поочередно испытывать замирания, что почти не сказывается на суммированном их действии. Аналогичным путем м. б. также использован тот факт, что замирания в горизонтальных и вертикальных антеннах, расположенных в той же точке, почти всегда чередуются и почти всегда наступают в разные моменты. Большое значение для усиления сигналов

и для ослабления всякого рода помех имеют направленные антенны, устройство которых основано на тех же принципах, что и описанных выше передающих антенн. Исключение составляет антенна Бевереджа в ее различных комбинациях с другими антеннами. Приемные направленные антенны также снабжаются зеркалами, применение к-рых здесь важно еще и потому, что они ослабляют эффект «эхо», т. е. ограждают приемник от получения второго сигнала, обходящего землю по более длинному пути. Рядом с направленными антеннами очень часто находят применение, даже на эксплуатационных установках, антенны самого примитивного типа, преимущество которых является возможность легкого перехода с волны на волну, что невозможно при направленных антеннах, которые обычно связаны с определенной длиной волны. В отличие от длинных волн приемные рамки здесь почти не применяются.

**Коротковолновая аппаратура.** Своеобразие коротковолновой техники сказывается также на большинстве приборов, к-рые участвуют как в передающей, так и в приемной аппаратуре. В отношении ламп это гл. обр. касается устройств сеточного вывода, к-рый приходится делать значительно более усиленным, так как емкостные токи при К. в. очень велики. Стремятся также сделать этот вывод по возможности удаленным от волоска и анода для уменьшения внутренней емкости лампы. Контур для самоиндукции обычно делается из тонкостенных труб, при этом исключительно небольшого диаметра, чтобы не получить значительной емкости. В качестве диэлектрика во всех случаях, где это возможно, применяется воздух, так как остальные диэлектрики дают слишком большие потери. Всем токоведущим частям стремятся придавать закругленную форму с целью избежания возникновения своеобразного факельного разряда (факелы, или свечи, представляют собой особого вида разряд, свойственный высокочастотным токам). При коротких волнах последний может появиться в местах повышенного градиента, т. е. на остриях и крутых изгибах, даже при относительно небольших напряжениях. Особенно легко факел появляется там, где изолятор соприкасается с металлом, и потому полезно экранировать эти места особым рассеивателем. Появлению разряда способствуют также малейшие неровности на токоведущих поверхностях, что делает необходимым очень тщательную полировку этих частей, в особенности пластин конденсаторов. К характерным особенностям схемы и монтажа можно отнести широкое применение экранирования, применение симметричной схемы и педантично симметричного монтажа.

*Лит.:* К л а вье А., Короткие волны, перевод с 5 франц. издания, Л., 1925; Л ю б б е н К., Короткие волны, пер. с нем., М., 1927; М е н и Р., Короткие электрические волны, пер. с франц., М.—Л., 1928; «ТГТБП»; «Вестник теоретическ. и эксперим. электротехники», Москва; «Радиолобитель», М.; «Радио всем», М.; С л а в и е т А., Les ondes courtes, 5 éd., Paris, 1925; L ü b b e n C., Kurze Wellen, B., 1925; М е с н у R., Les ondes électriques courtes, Paris, 1927; С r e m e r s F., Kurzwellensendung und Empfang, B., 1926; D u c a t i, Onde corte nelle comunicazioni radio elettriche, Bologna, 1927; B a l l a n t i n e S., «Proc. of

the Institute of Radio Engineers», New York, 1924, v. 12, 6, p. 813; B r i l l o n i n., «Radioélectricité», P., 1922, avril; A b r a h a m M., «Physikal. Ztschr.», Leipzig, 1901; v a n d e r P o l, «Jahrbuch d. drahtl. Telegr. und Teleph.», Berlin, 1919, B. 13; R ü d e n b e r g R., «Ann. d. Phys.», Leipzig, 1908, B. 25; «Elektrische Nachrichtentechnik», B.; «Funk», B.; «Jahrbuch der drahtlosen Telegr. u. Telephonie», B.; «Radio für Alle», Stg.; «Bulletin de la Soc. franc. radioélectrique», P.; «Onde électrique», P.; «QST Français et Radioélectricité», P.; «Experimental Wireless and Wireless Engineers», L.; «Wireless World a. Radio Review», N. Y.; «Proceedings of the Institute of Radio Engineers», N. Y.; «QST», Hartford; «Radio», S., Francisco; «Radio Broadcast», Garden City; «Radio Engineering Magazine», N. Y.; «Radio News», N. Y. **М. Бонч-Бруевич.**

**КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ**, необычное электрич. соединение между двумя частями электрич. цепи, непосредственное или через землю, причем сопротивление этого соединения имеет незначительную величину по сравнению с напряжением между соединенными частями. Нормально электрич. цепь состоит из генератора, соединительных проводов и аппаратов (трансформаторы, воздушные и кабельные линии и сети, распределительные сети) и приемника, и ток в цепи определяется эдс генератора и сопротивлениями всех вышеуказанных элементов. После возникновения К. з. ток в цепи определяется уже только сопротивлениями элементов цепи до места К. з. и сопротивлением самого К. з., принимаемым равным нулю. Так как обычно сопротивление приемника велико по сравнению с сопротивлением прочих элементов электрич. системы, то при возникновении К. з. сила тока в цепи может во много раз превзойти нормальную силу тока и вследствие выделения большой, хотя обычно и кратковременной, мощности, создать опасные условия работы как для самой электрич. системы, так и для соприкасающихся с ней людей. В результате К. з. может произойти опасное повышение  $t^\circ$  элементов электрич. системы, могущее повести или к порче оборудования или даже к воспламенению близлежащих горючих материалов. Взаимодействие между токами в отдельных элементах установки может повести к значительным механич. повреждениям. При К. з. на землю может произойти опасное повышение потенциала заземленных частей. Если сопротивление заземления  $R_\Omega$ , то при К. з. на землю потенциал заземленной части, равный нормально нулю, поднимается до величины  $V = I_k R_\Omega$ , где  $I_k$  — ток К. з. на землю в А. При большой величине  $I_k$ ,  $V$  может достигнуть значения сотен и даже тысяч V, и прикосновение к заземленной части м. б. смертельным. Катастрофическ. последствия К. з. тем больше, чем дольше длится режим К. з. В виду этого при возникновении К. з. необходимо стремиться к возможно быстрейшей его ликвидации путем отключения дефектного участка электрич. системы. Причиной возникновения К. з. являются обычно дефекты изоляции. К. з. может т. о. произойти вследствие перекрытия или пробоя изолятора, пробоя изоляции кабеля, пробоя изоляции обмоток электрич. машин и аппаратов, разряда между токоведущими частями или между токоведущей частью и землей в воздухе или под маслом. Такие случаи могут иметь место или вследствие плохого качества изоляции, или вследствие нерациональности конструкции, или вследствие катастрофич.

перенапряжений, на к-рые изоляция системы не рассчитана. Дефекты изоляции могут также появиться вследствие случайных механич. повреждений или случайных загрязнений. Кроме того К. з. может явиться следствием неправильных манипуляций при коммутационных процессах в распределительных устройствах подстанций, плохого качества контактов и возникающего вследствие этого выделения большого количества тепла и искрения, переходящего в дальнейшем в пробой или перекрытие изоляции. В современных электрич. установках, в связи с сосредоточиванием больших мощностей, токи К. з. могут достигать величин порядка сотен тысяч А, и механич. усилия в элементах распределительных устройств могут доходить до десятков т, что при нерационально спроектированной установке может привести к серьезным авариям.

При внезапном К. з. нормальный режим установки в течение короткого промежутка времени переходит в режим установившегося К. з. Такой переход сопровождается определенными устанавливающимися явлениями, иногда чрезвычайно сложного характера. Общее дифференциальное уравнение переходного режима м. б. выражено в виде:

$$E = iR + L \frac{di}{dt}, \quad (1)$$

где  $E$ —эдс генератора,  $R$ —омическ. сопротивление контура и  $L$ —самоиндукция контура.

К. з. в сетях постоянного тока. При К. з. в сети постоянного тока сила тока К. з. ограничивается только омич. сопротивлением контура, но переходный режим от нормальной работы установки к установившемуся режиму К. з. зависит также и от самоиндукции. Интеграл ур-ия (1) для случая постоянного тока будет

$$i = \frac{E}{R} + \left(i_0 - \frac{E}{R}\right) e^{-\frac{R}{L}t}, \quad (2)$$

где  $i_0$ —ток в цепи в предшествующий К. з. момент. Таким образом немедленно после возникновения К. з. ток  $i_0$  в цепи постепенно увеличивается до значения установившегося тока К. з.:

$$i_{st} = \frac{E}{R}.$$

Т. к. обычно мощности, сосредоточенные в сетях постоянного тока, и напряжения установок сравнительно невелики, то явление не носит такого катастрофического характера, как это имеет место в мощных сетях переменного тока.

К. з. в сетях переменного тока. Сила тока К. з. в сетях переменного тока ограничена омич. и индуктивными сопротивлениями контура. При этом почти во всех случаях первоначальное значение имеют индуктивные сопротивления, и омическими сопротивлениями можно пренебрегать. Сопротивления, ограничивающие силу тока К. з., следующие: индуктивное сопротивление генераторов, силовых трансформаторов, дроссельных катушек и реакторов, линий передач и индуктивное или омическое сопротивление заземлений нейтрали генераторов и трансформаторов. Реактивность (реактивное сопротивление) трансформаторов (см.), дрос-

сельных катушек (см.) и реакторов не зависит от момента и характера К. з. Реактивность *линий передач* (см.) зависит от характера К. з. (одно-, двух- или трехфазная) и не зависит от момента К. з. Реактивность генераторов зависит от характера К. з. и от промежутка времени, протекшего от начала К. з. Реактивность генераторов минимальна в момент возникновения К. з. (мгновенная реактивность, или реактивность рассеяния) и после этого постепенно возрастает до своего установившегося значения (синхронная реактивность). Форма кривой тока К. з. зависит от момента К. з. По Бирмансу, ур-ие тока К. з. может быть выражено в виде:

$$i = I_a e^{-at} \cos \varphi - (I_a - I_{st}) e^{-a_1 t} \cos(\omega t - \varphi) - I_{st} \cos(\omega t - \varphi_{st}), \quad (3)$$

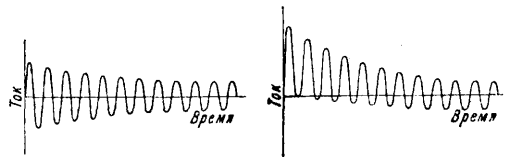
где  $I_a$ —мгновенный ток К. з., равный

$$I_a = \frac{E V_2}{x_a}, \quad (4)$$

и  $a$  и  $a_1$ —коэффициенты затухания, зависящие от характеристик генераторов установки (для современных генераторов  $a \approx 35$ ,  $a_1 \approx 3,5$ );  $\varphi$ —угол между током и напряжением в момент К. з.;  $\varphi_{st}$ —угол между током и напряжением установившегося тока К. з.;  $E$ —действующее напряжение;  $x_a$ —мгновенная реактивность;  $I_{st}$ —установившийся ток короткого замыкания, равный

$$I_{st} = \frac{E V_2}{x_{st}}; \quad (5)$$

$x_{st}$ —синхрон. реактивность. Если К. з. произошло в момент перехода напряжения через максимум, то  $\varphi = \frac{\pi}{2}$ ,  $\cos \varphi = 0$ , и постоянная составляющая тока К. з.  $I_a \cdot e^{-at} \cos \varphi = 0$  исчезает. В этом случае кривая тока К. з. имеет симметричный вид, изображенный на фиг. 1. Если К. з. произошло в момент, когда напряжение переходит через 0, то  $\cos \varphi = 1$ . и кривая тока К. з. в первый момент полностью смещается относительно оси времени, как это изображено на фиг. 2.



Фиг. 1.

Фиг. 2.

В этом случае амплитуда первого полуцикла тока К. з. (пик тока) может значительно превосходить амплитуду симметричного тока  $I_a$ . При имеющемся обычно в сетях переменного тока затухании можно принимать величину пика тока равной  $1,8 I_a$ .

Расчет величины тока К. з. Действующее значение установившегося тока К. з. дается формулой:

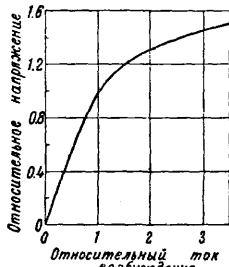
$$I_{st} = \frac{100}{x_{st}} \cdot I_n \cdot k_0, \quad (6)$$

где  $I_n$ —действующее значение нормального тока генератора;  $x_{st}$ —сумма синхронной реактивности генератора и внешних реактивностей в %, приведенная к нормальной мощности;  $k_0$ —поправочный коэф-т тока возбуждения генератора, равный  $i_1 : i$ , где  $i_1$ —

ток возбуждения в условиях действительного К. з. и  $i$  — ток возбуждения, соответствующий прямолинейной части кривой намагничивания, продолженной (в случае необходимости) до нормального напряжения. Нормальная кривая намагничивания для генераторов по нормам VDE приведена на фиг. 3. Действующее значение установившегося тока К. з. дается формулой:

$$I_a = \frac{100}{x_a} I_n, \quad (7)$$

где  $x_a$  — сумма мгновенной реактивности генератора и внешних реактивностей в %, приведенная к нормальной мощности. Так образом расчет тока К. з. сводится к определению реактивности контура от генератора до точки К. з. По Льюису, величина реактивностей синхронных машин может быть принята следующей: турбогенераторы — мгновенная реактивность  $x_a = 15 \div 25$  %, синхрон. реактивность в среднем  $x_{st} = 115$  %; генераторы водяных турбин:  $x_a = 20 \div 45$  %,  $x_{st} = 60 \div 125$  %; синхронные конденсаторы:  $x_a = 40 \div 50$  %,  $x_{st}$  в среднем 160 %; синхронные двигатели (см.):  $x_a = 15 \div$



Фиг. 3.

70 %,  $x_{st} = 65 \div 150$  %. Величины установившегося тока К. з. по нормам VDE для современных генераторов см. Генератор переменного тока, табл. 4.

Амплитуда первого полупериода при К. з. генератора по нормам VDE может превосходить амплитуду нормального тока в 15 раз. Средние величины реактивностей силовых трансформаторов, по данным Льюиса, приведены в табл. 1.

Табл. 1. — Средние величины реактивностей силовых трансформаторов.

Рабочее напряжение в кВ	66	88	110	132	154	220
Реактивность трансформатора в %	9—10	9,5—10,5	9,5—11	10—12	10—12	13—15

Реактивность в % ( $x_{np}$ ) дроссельных катушек, реакторов и линий передач м. б. рассчитана по ф-ле:

$$x_{np} = \frac{I_n x}{E_{\phi}} \cdot 100 \%, \quad (8)$$

где  $x$  — реактивное сопротивление катушки или линии передачи в  $\Omega$ ;  $x = \omega L$ ;  $E_{\phi}$  — фазное напряжение установки в В,  $\omega$  — угловая частота переменного тока,  $L$  — самоиндукция в Н. Самоиндукция  $L$  (в Н/км) проводов линии передачи м. б. вычислена по следующему ф-лам. При трехфазном К. з.:

$$L = [0,46 \lg \frac{D_0}{r} + 0,05] \cdot 10^{-3}, \quad (9)$$

где  $D_0$  — среднее геометрическое расстояние между проводами в см,  $r$  — радиус провода в см. При двухфазном К. з. в ф-лу (9) вместо  $D_0$  следует подставить расстояние между проводами, между к-рыми произошло К. з.

При однофазном коротком замыкании на землю:

$$L = 2,77 \left[ \lg \frac{140000}{r_0} \right] \cdot 10^{-3}, \quad (10)$$

где  $r_0$  — эквивалентный средний радиус провода. Эквивалентный радиус уединенного провода  $r_0$  выводится из ф-лы:

$$r_0 = 0,779 r. \quad (11)$$

Вообще эквивалентный средний радиус  $n$  проводов равен корню степени  $n^2$  из произведения  $n^2$  членов, образуемых путем умножения эквивалентного радиуса каждого из  $n$  проводов на расстояние от этого провода до всех остальных  $n-1$  проводов. Вместо реактивностей в % возможно вести расчет, оперируя с реактивностями, выраженными в  $\Omega$ . В первом случае все реактивности сети д. б. приведены к одной и той же мощности, а во втором случае — к одному и тому же напряжению. Расчет комбинированной реактивности от места К. з. до генератора м. б. произведен путем применения законов Кирхгофа. Однако при очень сложных конфигурациях сетей решение задачи получается чрезвычайно сложным, в особенности при наличии нескольких генераторных станций. Работа в таких случаях м. б. упрощена путем применения специальных счетных машин. При несимметричном (одно- или двухфазном) К. з. может быть рекомендован расчет по методу симметричных составляющих Стоквис-Фортезью.

Термическое действие тока К. з. В виду кратковременности процесса можно принять, что все тепло, освобождающееся в проводе, идет только на нагрев самого провода и не отдается окружающему пространству. Количество тепла, выделившееся в проводе за время  $dt$ :

$$dQ = 0,24 i^2 R dt \text{ cal}; \quad (12)$$

здесь  $i$  — действующая сила тока в проводе,  $R$  — сопротивление провода, равное

$$R = \frac{\rho_0 \cdot l f(\theta)}{q}, \quad (13)$$

где  $\rho_0$  — удельное сопротивление материала провода в  $\Omega \text{ мм}^2/\text{м}$  при темп-ре  $\theta = 0^\circ$ ,  $l$  — длина провода в м,  $q$  — сечение провода в  $\text{мм}^2$ ,  $\theta$  — темп-ра провода,  $f(\theta)$  — функция, определяющая зависимость сопротивления от  $t^\circ$ . Т.к. согласно вышесказанному тепло расходуется только на нагрев самого провода, то, с другой стороны,

$$dQ = c g d\theta, \quad (14)$$

где  $c$  — уд. теплоемкость материала провода,  $g$  — масса провода, равная

$$g = q l \gamma, \quad (15)$$

в ф-ле (15)  $\gamma$  — плотность материала провода. Обозначая

$$k = 0,24 \frac{\rho_0}{c \gamma}, \quad (16)$$

и

$$A = \frac{i}{q} \quad (17)$$

( $A$  — плотность тока К. з.) и подставляя значения  $R$ ,  $dQ$  и  $g$  из (13), (14) и (15) в (12), получаем дифференциальн. уравнение нагрева провода при К. з.

$$\frac{d\theta}{f(\theta)} = k A^2 dt. \quad (18)$$

Для всех обычно применяемых металлов, кроме ферромагнитных, можно принять, что

$$f(\vartheta) = (1 + \alpha\vartheta). \quad (19)$$

Для железа уравнение (19) является недостаточно точным, и в этом случае необходимо принимать, что

$$f(\vartheta) = (1 + \alpha\vartheta + \beta\vartheta^2), \quad (20)$$

причем

$$\beta - \frac{\alpha^2}{4} > 0.$$

Подставляя значение  $f(\vartheta)$  из (19) или (20) в (18) и интегрируя дифференциальн. уравнение, получаем следующее решение: для немагнитных материалов (медь, латунь, алюминий, серебро, цинк, свинец, олово и т. п.) перегрев

$$\vartheta = \frac{1}{\alpha} \left[ (1 + \alpha\vartheta_0) e^{ak\Delta^2 t} - 1 \right] - \vartheta_0 \quad (21)$$

и для железа перегрев

$$\vartheta = \frac{\sqrt{4\beta - \alpha^2}}{2\beta} \operatorname{tg} \left[ \frac{k\Delta^2 t \sqrt{4\beta - \alpha^2}}{2} + \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\alpha + 2\beta\vartheta_0}{\sqrt{4\beta - \alpha^2}} \right] - \frac{\alpha}{2\beta} - \vartheta_0, \quad (22)$$

где  $\vartheta_0$  — начальн. темп-ра материала провода. При этом принято, что сила тока за время К. з. не меняется, т. е. что  $\Delta = \text{const}$ . Максимальная  $t^0$  провода в конце К. з.  $\vartheta_m = \vartheta + \vartheta_0$ . Значения необходимых для расчета по Ф-лам (21) и (22) величин  $e_0$ ,  $c$ ,  $\gamma$ ,  $\alpha$  и  $\beta$  см. в табл. 2.

Табл. 2. — Значения величин  $e_0$ ,  $c$ ,  $\gamma$ ,  $\alpha$  и  $\beta$ .

Материал	$e_0$ , Ω.м.м <sup>2</sup> /м	$c$ , cal/г град	$\gamma$ , г/см <sup>3</sup>	$\alpha$ , град <sup>-1</sup>	$\beta$ , град <sup>-2</sup>
Электролитич. мости	100% проводимости . . . . .	0,0167	0,092	8,9	0,0043
	красная мягкая . . . . .	0,0172			
	медь твердая . . . . .	0,0175			
	Латунь (30% Zn) . . . . .	0,083			
Алюминий	0,0635	0,212	2,7	0,0042	—
	0,0287				
Цинк	0,059	0,093	7,2	0,00415	—
Свинец	0,19	0,03	11,37	0,0042	—
Олово	0,103	0,054	7,3	0,0045	—
Серебро	0,132	0,056	10,55	0,0041	—
	0,0150				
Железо (99,5% F.)	0,0166	0,115	7,8	0,0056	9·10 <sup>-6</sup>
Никель	0,11	0,11	8,9	0,0055	11·10 <sup>-6</sup>

Из формул (21) и (22) следует, что перегрев  $\vartheta$  является ф-ией произведения  $\Delta^2 t$ . При начальной температуре  $\vartheta_0 = 0$  ф-лы (21) и (22) принимают следующий вид:

$$\vartheta = \frac{1}{\alpha} \left[ e^{ak\Delta^2 t} - 1 \right], \quad (21a)$$

$$\vartheta = \frac{\sqrt{4\beta - \alpha^2}}{2\beta} \operatorname{tg} \left[ \frac{k\Delta^2 t \sqrt{4\beta - \alpha^2}}{2} + \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{\sqrt{4\beta - \alpha^2}} \right] - \frac{\alpha}{2\beta}. \quad (22a)$$

При  $\Delta = f(t)$  решение принимает след. вид: для немагнитных металлов

$$\vartheta = \frac{1}{\alpha} \left[ (1 + \alpha\vartheta_0) e^{ak \int_0^t \Delta^2 dt} - 1 \right] - \vartheta_0 \quad (21б)$$

и для железа

$$\vartheta = \frac{\sqrt{4\beta - \alpha^2}}{2\beta} \operatorname{tg} \left[ \frac{k \int_0^t \Delta^2 dt}{2} \sqrt{4\beta - \alpha^2} + \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\alpha + 2\beta\vartheta_0}{\sqrt{4\beta - \alpha^2}} \right] - \frac{\alpha}{2\beta} - \vartheta_0. \quad (22б)$$

Исходя из уравнения (3), можно показать, что в этом случае интеграл  $\int_0^t \Delta^2 dt$  можно заменить выражением:

$$\int_0^t \Delta^2 dt = \Delta_{st}^2 t', \quad (23)$$

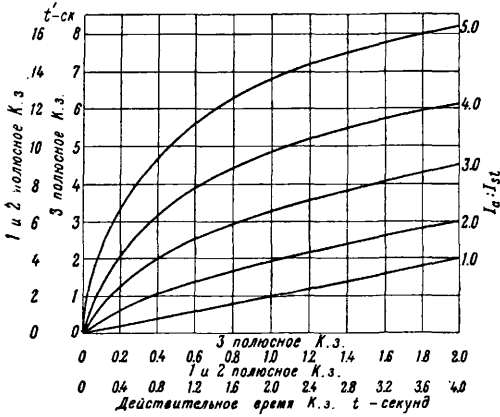
где  $\Delta_{st}$  — плотность установившегося тока К. з. и  $t'$  — фиктивное время, являющееся функцией действительного времени К. з. и отношения  $\frac{I_{st}}{I_{st}}$ . Фиктивное время  $t'$  м. б.

найдено по кривым фиг. 4. Т. о. в условиях действительного К. з. перегрев провода м. б. вычислен по формулам (21) и (22), при замене в них  $\Delta$  на  $\Delta_{st}$  и  $t$  на  $t'$ , определяемое по кривым фиг. 4. На фиг. 5 даны зависимости перегрева  $\vartheta$  от произведения  $\Delta^2 t$  для различных материалов при начальной темп-ре  $\vartheta_0 = 0^\circ$ . При  $\vartheta_0 \neq 0^\circ$  перегрев м. б. найден по кривым фиг. 5 путем переноса оси  $\vartheta$  на отрезок  $\Delta_{st}^2 t_1$ , соответствующий перегреву провода от 0 до  $\vartheta_0$ , и оси  $\Delta^2 t$  на отрезок  $\vartheta_0$ . Для пояснения на фиг. 5 показано определение перегрева красной меди для случая  $\vartheta_0 = 100^\circ$  и  $\Delta^2 t = 2,5 \cdot 10^4$ . Во всех вышеприведенных ф-лах не учитывается влияние *скин-эффекта* (см.). В виду того что при наличии скин-эффекта плотность тока по сечению будет

неравномерна, точное решение вопроса становится чрезвычайно сложным и требует учета теплопередачи по сечению провода. Расчет средней  $t^0$  по сечению м. б. однако легко сделан, если положить уд. сопротивление провода при  $t^0 = 0^\circ$  равным  $\varrho = \varrho_0 \cdot k$ , где  $k$  — коэф. скин-эффекта. Так как коэф. скин-эффекта является возрастающей функцией от магнитной проницаемости, то влияние скин-эффекта будет в особенности сильно для железа. Так как коэф. скин-эффекта является убывающей ф-ией от  $t^0$ , то следовательно влияние скин-эффекта по мере увеличения  $t^0$

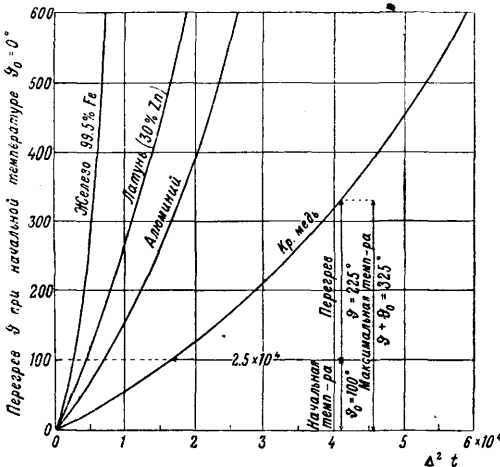
будет падать. Нагрев изоляции токоведущих частей при К. з. по характеру явления существенно отличается от нагрева самого металла токоведущей части. Процесс нагрева м. б. представлен в следующем виде. За время К. з.  $t^0$  токоведущей части увеличивается и достигает максимума в конце К. з. В виду кратковременности процесса изоляция токоведущей части за это время нагревается незначительно. После окончания К. з. начинается остывание токоведущей части,  $t^0$  же изоляции продолжает повышаться за счет тепла, отдаваемого металлом. При этом темп-ра внутренних слоев изоляции, соприкасающихся с металлом, будет повышаться быстрее, чем температура наружных слоев, и весь процесс нагрева идет, как показано на фиг. 6. Точный анализ вопроса о нагреве изоляции чрезвычайно сложен, однако очевидно, что при одной и той же температуре металла нагрев изоляции будет тем больше, чем больше отношение веса металла к весу изоляции.

При выборе величины допускаемого при К. з. перегрева необходимо принимать во внимание следующие соображения.—1) Условия безопасности изоляции провода. С этой точки зрения по



Фиг. 4.

нормам АИЕЕ можно принимать ориентировочно следующие величины: а) для изоляции класса А (пропитанная органическая изоляция) можно допускать максимальную темп-ру токоведущей части 250° при начальной  $t^0 = 90-105^\circ$ , т. е. перегрев 145—160°; б) для изоляции класса В (неорганические материалы, могущие содержать в небольшом количестве органич. связующие вещества, напр. миканит, бетон и т. п.) можно допускать максимальную  $t^0 = 350^\circ$  при начальной  $t^0 = 125^\circ$ , т. е. перегрев 225°. 2) Условия безопасности самого провода. С этой точки зрения необходимо учитывать уменьшение механич. прочности провода вследствие нагрева, отжига металла, а также возможность расплавления паек легкоплавкими припоями. Зависимость временного сопротивления твердотянутой меди по Г. Шмидту от темп-ры при кратковременном нагреве представлена на кривых фиг. 7.



Фиг. 5.

При выборе допустимого перегрева при К. з. проводов воздушных линий передач необ-

ходимо учитывать, кроме вышеуказанного, также и увеличение стрелы провеса нагретого провода.

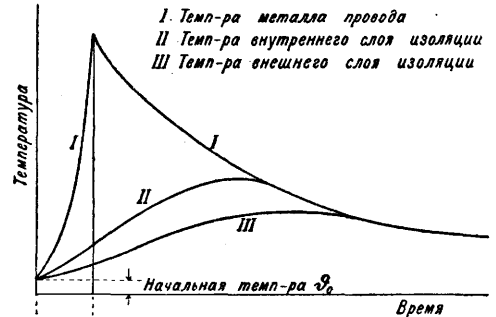
Электродинамическое действие тока К. з. Расчет электродинамич. усилий между токоведущими частями м. б. произведен след. способами. 1) Если по проводнику течет ток  $I$ , то в окружающей проводник среде запасается магнитная энергия

$$A_{\text{маг.}} = \frac{1}{2} \Delta \Phi \cdot I \cdot 10^{-9} \text{ Дж},$$

где  $\Phi$ —магнитный поток. При электродинамическом взаимодействии между двумя проводниками, обтекаемыми током  $I$ , магнитная энергия превращается в соответствующее количество механич. работы:  $A_{\text{маг.}} = A_{\text{мех.}}$ . Так как механическая работа равна произведению силы на путь, то окончательно получим силу

$$P = I \cdot \frac{d\Phi}{ds} \cdot \frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 81 \cdot 10^9} \text{ кг}, \quad (24)$$

где  $ds$ —элемент пути. Т. о. сила, возникающая между проводами, равна произведению тока на скорость изменения потока по линии действия силы. 2) Помимо вышеуказанного способа, расчет электродинамических усилий м. б. произведен на основании диффе-



Фиг. 6.

ренциального закона Био-Савара-Лапласа. Напряженность магнитного поля на расстоянии  $r$  от элемента тока  $I_1 dy$  ( $y$ —координата длины провода) будет

$$dH = \frac{I_1 \sin \alpha dy}{r^2} \quad (25)$$

(фиг. 8); здесь  $\alpha$ —угол между направлением тока и направлением от элемента  $dy$  к точке, для к-рой определяется напряженность магнитного поля (точка  $x$ ). Элементарное усилие между проводником, который проходит через точку  $x$  и обтекается током  $I_2$ , и элементом тока  $I_1 dy$  будет

$$dp_x = - \frac{I_1 I_2 \sin \alpha dy}{r^2} \quad (26)$$

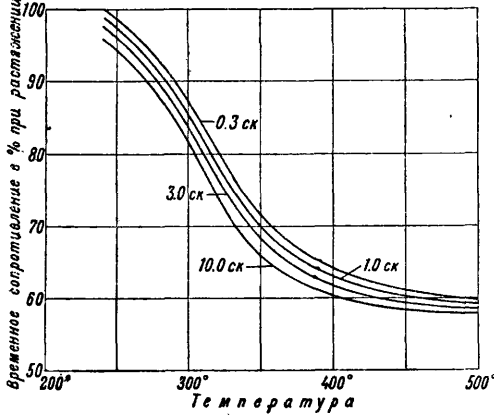
Путем интегрирования выражения (26) м. б. найдено усилие в точке  $x$  от всего соседнего проводника с током  $I_2$ . Если  $I_1 = I_2 = I$ , то

$$dp_x = - \frac{I^2 \sin \alpha dy}{r^2} \quad (26a)$$

Знак минус перед выражением для силы  $p_x$  (26) выбран из следующих соображений. Если выбрать направление тока положительным, например снизу вверх, а положительное направление силы — в сторону отталки-

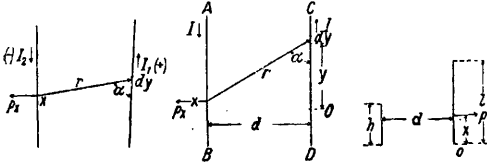


вания, то на основании правила левой руки перед выражением для силы должен сто-



Фиг. 7.

ять знак минус (-). Направление силы  $p_x$  будет перпендикулярно плоскости, проходящей через элемент тока в точке  $x$ . Для слу-

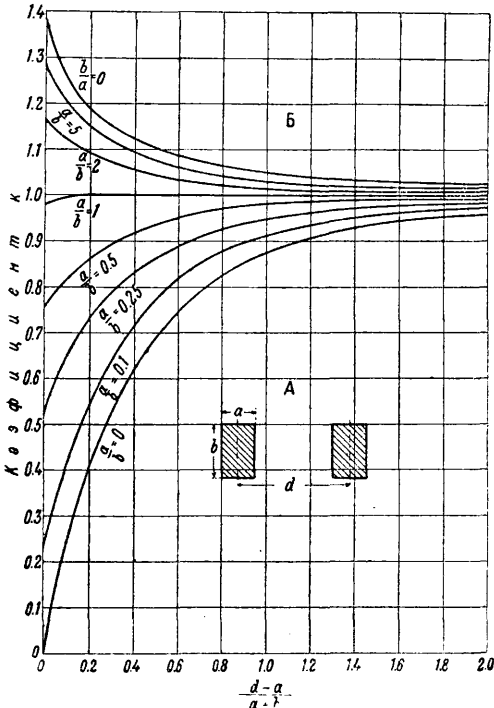


Фиг. 8.

Фиг. 9.

Фиг. 10.

чая действия между двумя параллельными бесконечно длинными проводниками (фиг. 9)



Фиг. 11.

усилие в точке  $x$  от всего проводника  $CD$

$$p_x = \frac{2,04 I^2}{d} \cdot 10^{-8} \text{ кг/см.} \quad (27)$$

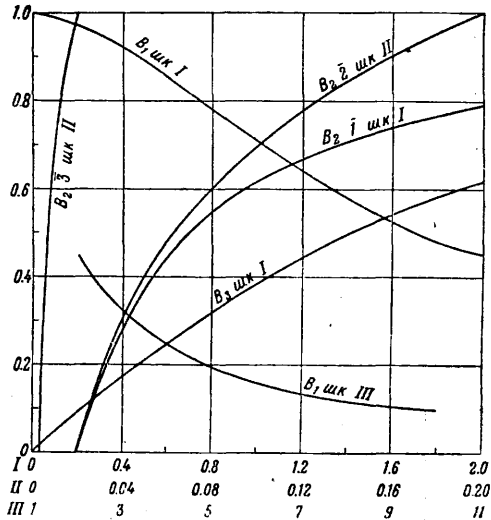
Аналогичным же образом м. б. найдено и усилие между проводима конечной длины, причем пределы интегрирования конечно изменяются,—например для случая, изображенного на фиг. 10, получим силу

$$p_x = \frac{1,02 I^2}{d} \left[ \frac{x}{\sqrt{x^2+d^2}} + \frac{h-x}{\sqrt{(l-x)^2+d^2}} \right] \cdot 10^{-8} \text{ кг/см.} \quad (28)$$

В вышеизложенных формулах (27) и (28) не учтено влияние формы сечения. В случае проводов круглого или трубчатого сечения ф-лы (27) и (28) остаются справедливыми, причем под расстоянием  $d$  следует понимать расстояние между осями проводов; при других формах сечения полученные выше ф-лы становятся неверными. Аналитическое решение задачи с учетом формы сечения проводников довольно сложно и возможно только для некоторых форм проводников. В частности для случая двух параллельных шин одинакового прямоугольного сечения (фиг. 11, А) выражение для силы м. б. написано в виде

$$p_x = \frac{2,04 I^2 k}{d} \text{ кг/см.} \quad (29)$$

Вычисление коэффициента  $k$  приводит к очень сложным выражениям, в виду чего при практич. расчетах удобнее пользоваться графиками коэф-та  $k$  (фиг. 11, Б). Взаимодействие



Фиг. 13.

между двумя взаимно перпендикулярными проводниками (фиг. 12) м. б. вычислено по следующим ф-лам:

$$p_x = \frac{I_1 \cdot I_2}{d} \cdot B_1 \cdot 1,02 \cdot 10^{-8} \text{ кг/см} \quad (30)$$

(сила в точке  $x$ );

$$p_{x_1-x_2} = I_1 \cdot I_2 [B_2]_{n_1}^{n_2} \cdot 2,35 \cdot 10^{-8} \text{ кг/см} \quad (31)$$

(сила на участке  $x_1-x_2$ );

$$M_{O(x_1-x_2)} = I_1 \cdot I_2 \cdot l [B_3]_{n_1}^{n_2} \cdot 2,35 \cdot 10^{-8} \text{ кг/см} \quad (32)$$

(момент относительно точки  $O$ ),

где коэффициенты  $B_1$ ,  $B_2$  и  $B_3$  м. б. найдены по кривым фиг. 13 (значения  $B_2$  представляют

собой логарифмы чисел, и кривая разбита на 3 части, имеющие характеристики 1, 2, и 3; ординаты кривой представляют собой мантиссы). Для случая, изображенного на фиг. 14, в случае проводника круглого сечения Дуайт (Dwight) дает следующие ф-лы. Сила, действующая на  $m$ :

а) при  $m < l$

$$P_m = I_1 \cdot I_2 \left[ 2,303 \lg \frac{2m}{h_1} - \frac{1}{4} \frac{m^2}{l^2} + \frac{1}{16} \frac{h_1^2}{l^2} + \frac{3}{32} \frac{m^4}{l^4} - \frac{1}{16} \frac{m^2 h_1^2}{l^4} + \dots \right] \cdot 1,02 \cdot 10^{-8} \text{ кг}; \quad (33)$$

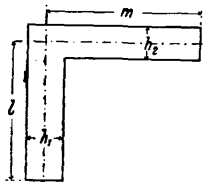
б) при  $m > l$

$$P_m = I_1 \cdot I_2 \left[ 2,303 \lg \frac{al}{h_1} - \frac{l}{m} - \frac{1}{24} \frac{h_1^2}{l^2} + \frac{1}{16} \frac{h_1^2}{l^2} + \frac{1}{6} \frac{l^3}{m^2} + \frac{1}{24} \frac{h_1^2}{m^2} - \frac{3}{40} \frac{l^5}{m^5} - \frac{1}{16} \frac{l^2 h_1^2}{m^2} + \dots \right] \cdot 1,02 \cdot 10^{-8} \text{ кг}. \quad (34)$$

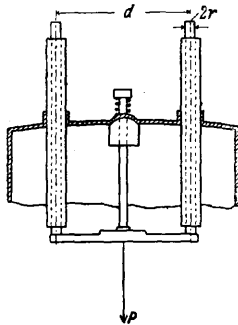
Для случая, изображенного на фиг. 15 (сила, действующая на нож масляного выключателя), Друде дает следующую ф-лу:

$$P = 1,6I^2 \left[ \ln \frac{d}{r} - 0,25 \right] \cdot 10^{-8} \text{ кг}. \quad (35)$$

При расчете электродинамич. усилий весьма большое значение может иметь явление *резонанса* (см.). При наличии резонанса действительные усилия могут значительно превзойти величины, рассчитанные по выше-



Фиг. 14.



Фиг. 15.

приведенным ф-лам. Так, в табл. 3 приведены коэф-ты увеличения усилий вследствие резонанса для шин прямоугольн. сечения по данным В. Шпекта (для частот в 60 и 25 пер/сек.).

Табл. 3. — Коэффициент увеличения усилий вследствие резонанса для шин прямоугольного сечения.

Частота, пер/сек.	Пролет, м	Расположение шин			
			—	—	—
60	0,61	**1	**2	3,0	5,0
	0,915	1,8—2,6	**2	3,3	2,0
	1,22	1,4	**2	3,3	1,4
	1,37	1,3	**2	3,6	1,3
	1,57	1,2	**2	5,6	1,2
25	0,61	2,8—3,2	2,8—3,4	3,0	3,0
	0,915	3,5—4,1	2,8—3,4	3,0	3,3
	1,22	2,5	2,8—3,4	3,0	2,3
	1,37	2,1	2,8—3,4	3,0	1,8
	1,57	1,8	2,8—3,4	3,0	1,5

\*1 При коротких пролетах значение коэф-та меняется в очень широких пределах, почему в этих случаях необходимы специальные расчеты. \*2 В виду большой зависимости коэф-та от различных условий (типа изолятора и т. п.) необходим специальный расчет в каждом отдельном случае.

Данными этой таблицы можно пользоваться как ориентировочными при расчетах, причем значения при частоте 50 пер/сек. м. б. получены путем интерполяции. В ответственных случаях однако необходимо учитывать влияние резонанса расчетным путем. Расчет усилия в условиях резонанса м. б. произведен путем составления дифер. уравнения движения рассчитываемого элемента под влиянием электродинамич. усилий. Интегрирование этого дифер. ур-ия дает возможность найти величину деформаций, от к-рых уже легко перейти к напряжениям в материале рассчитываемого элемента.

Лит.: Лютер Р. А., Электрич. силовые установки, Л., 1926; Лопатин И. А., О нагревании проводов воздушных высоковольтных линий в мощных системах, «Известия Электротеха», приложение к журналу «Электричество», Л.—М., 1929, 7; Воронцов В. А., Расчет электродинамич. усилий в дроссельных катушках, «Электричество», М., 1925; его же, О свойствах масляных выключателей и разъединителей и предъявляемых к ним требованиях, «Известия ГЭТ», 1929, 2—3; Steinmetz C. P., Transient Electric Phenomena, New York, 1920; Rudenberg R., Elektrische Schaltvorgänge, Berlin, 1926; Berman J., Überströme in Hochspannungsanlagen, Berlin, 1926; Lewis W. W., Transmission Line Engineering, New York, 1928; Lewis W. W., A New Short-Circuit Calculating Table, «General Electrical Review», Schenectady, 1920, August; Mackerras A. P., Calculation of Single-Phase Short Circuit by the Method of Symmetrical Components, ibid., 1926, April, July; Ju H. K., Transient Analysis of A.-C. Machinery, «Quarterly Trans. American Institute of Electrical Engineers», N. Y., 1929, v. 48, 3; Kesslering F., Elektrische Schaltgeräte, B.—Lpz., 1928; Clerk A., Le réenclenchement sur court-circuit des disjoncteurs à pouvoir de rupture élevée, «RGÉ», 1928, t. 24, 6, 7; Van-Asperen C., Mechanical Forces on Busbars, «Trans. Amer. Institute of Electr. Engineers», New York, 1923, v. 42; Dwight H. B., Two Cases of Calculation of Mechanical Forces in Electric Circuits, ibid., 1927, v. 46; Specht W., Short Cut Methode of Calculating Stresses in Bus Structures, «General Electrical Review», Schenectady, 1928, v. 31, 8; Reiche, Über die Kurzschlussfestigkeit von Stromwandlern, «ETZ», 1928, H. 49; Vorschriftenbuch d. VDE, B. (ежегодн. изд.); Standards of the American Institute of Electrical Engineers, N. Y.

Л. Машинлейсон.

**КОРРАЗИЯ**, процесс обтачивания, шлифования горных пород твердыми минеральными частицами, увлекаемыми сильным ветром. Этот процесс, параллельный процессу *дефляции* (см.), ведет к созданию новых форм рельефа механич. путем в противоположность процессу *коррозии* — химич. воздействию воды на породы. Характер и скорость обтачивания зависят от формы залегания обтачиваемых пород, их твердости и однородности, от силы ветра и формы обтачивающих частиц. В слоистых неоднородных породах более мягкие слои вытачиваются быстрее, причем получается ребристая поверхность; в твердых же и однородных породах при вытачивании получается ряд небольших углублений (ячеистая структура); эти углубления часто удлиняются в направлении господствующего ветра и чередованно изгибаются. Иногда углубления расходятся в виде лучей от какой-либо центральной точки или же располагаются на поверхности породы в виде сетки или узора. В глинистых слоях песок прорывает длинные борозды — каналы, разделенные крупными ребровидными выступами (ярданги) ветровой коррозией породы; ширина каналов достигает 10—40 м, глубина — до 6 м. При вращательном вихревом движении песка образуются вертикальные цилиндрич. и конические углубления наподобие «котлов»,

образуемых в руслах потоков. Поверхности очень твердых плотных известняков и кремнистых пород шлифуются, полируются тонкой атмосферной пылью.

Вследствие того что гонимый ветром песок держится невысоко над поверхностью земли (в Сахаре напр. на 2—3 м), действию К. подвергаются больше всего подножия утесов, скал, каменные глыбы и обломки различных размеров. При господствующих ветрах в нескольких направлениях отдельные камни обтачиваются с двух, трех сторон (гранные камни, дрейкантиеры) или принимают форму шариков разной величины (каменные дюжды).

Некоторые геологи термином К. обозначают также обтачивание русла водных потоков и переносимого ими материала—валунов, галек. Гальки из более слабых пород истираются скорее, чем из твердых, и в нижнем течении реки они могут совершенно исчезнуть. Форма и расположение галек на дне водных потоков имеют большое значение для изучения древних речных отложений, необходимого при разведках россыпей золота и платины.

Лит.: О г Э., Геология, М., 1924; М у ш к е т о в И. В., Физич. геология, т. 2, М.—Л., 1926; Л е в и н с о н - Л е с с и н г Ф. Ю., Введение в геологию, П., 1923; A b e l O., Über sternförmige Erosionsskulpturen auf Wüstengeröllern, «Jahrb. d. k. k. Reichsanstalt», Berlin, 1902, Jg. 51; F o u r e a u F., Quelques considérations sur les dunes et les phénomènes coeliens, Mission saharienne, Documents scientifiques, t. 1, Paris, 1905; H e d i n S., Scientific Results of a Journey in Central Asia, 1899—1902, Stockholm, vol. 1—2, 1904—05.

**КОРРОЗИЯ металлов, поверхностное разрушение металлов под действием химич. или электрохимич. факторов. Различаются:** а) К. в электролитах и б) К. под действием газов или паров при высоких  $t^{\circ}$ .

#### Коррозия металлов в электролитах [4].

Сюда относятся процессы ржавления железа, разрушения металлов под действием воды и различных химических реагентов и т. д. По вычислениям проф. Мааса, мировое производство железа с 1890 по 1923 г. равняется 1 766 млн. т; за то же время потери железа от К. составляют 718 млн. т, т. е. ок. 40%. При этом значительная часть потерь оказывается невозвратимой, и т. о. происходит своеобразный процесс «рассеивания» наиболее ценных для техники металлических материалов. Американцы исчисляют убытки от К. в среднем ок. 2 млрд. долл. в год. В особенности важное значение вопросы К. приобретают в химич. промышленности. Здесь не только рациональная постановка производства, но зачастую и самая возможность ведения тех или иных процессов (напр. синтез азотной к-ты) зависят от правильного подбора и отыскания необходимого стойкого материала. В авиации и морском деле в связи с применением легких сплавов не менее важна проблема защиты металлических конструкций от разрушения влажным воздухом и морской водой. Так, в некоторых местах Ю. Америки, где воздух содержит высокий % влаги и соляной пыли, самолеты из дуралюмина разрушались уже через несколько месяцев несмотря на самый тщательный уход; свыше 50% эксплуатационных расхо-

дов ложилось только на различные предохраняющие от К. меры защиты. Совершенно понятно значение вопросов борьбы с К. в машиностроении (паровые турбины, газовые турбокомпрессоры, двигатели внутреннего сгорания и т. д.), строительном деле (особенно гидротехнич. сооружения, горная техника), коммунальном хозяйстве (водопроводы и канализация). Нет почти ни одной отрасли народного хозяйства, где коррозия и борьба с ней не имели бы значения в той или иной мере.

Одними из первых исследователей К. были Галль (1819 г.), Деви (1824 г.) и Тенар (1819 г.), которые указали на роль кислорода и углекислоты и на электрохимический характер процессов К. В 1830 г. Деляриэ основал теорию локальных элементов, края служила исходной точкой для многих последующих работ в области К. металлов. В развитой форме электрохимическая теория К. появилась в 1901—06 гг. в результате работ шведской школы (Эрикссон-Аурен и Пальмер), изучавшей гл. обр. вопросы ржавления железа. Балтийская школа (Центнершвер) занималась теорией коррозионных процессов и в особенности их кинетикой (1914—28 гг.). Германская школа (Тамман, Гюртлер, Гейн, Бауер, Штраус, Кон) уделяла много внимания металлографической части проблемы. Наиболее сильная и многочисленная англо-американская школа (Уитней, Астон, Эванс, Уокер, Бенгаут, Спеллер, Френд и др.), начиная с 1903 года, дала чрезвычайно большое число работ в этой области, выяснивших влияния внешних условий на К., роль защитной пленки, концентрационных пар и т. д.

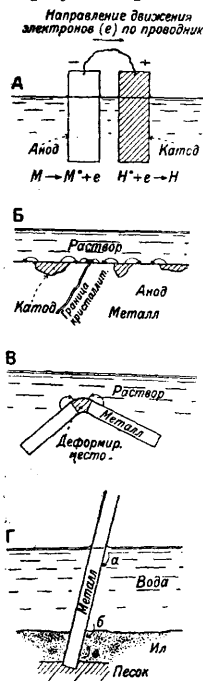
Общепризнанной в настоящее время теорией К. является электрохимич. теория. Она основывается на данных современной электрохимии и в первую очередь на учении Нернста об электрохимич. элементе. Процессы К. сводятся к основным процессам электрохимического элемента:

- I.  $M(\text{металл}) + H^+(\text{ион}) \rightarrow M^+(\text{ион}) + H(\text{атомн.});$
- II. а)  $2H(\text{атомн.}) + \frac{1}{2}O_2(\text{растворенный}) \rightarrow H_2O,$   
 б)  $2H(\text{атомн.}) \rightarrow H_2(\text{молекулярн.})$

Реакция I соответствует переходу атомов металла из решетчатого металлического твердого тела в состояние иона в растворе, причем ион водорода одновременно разряжается (на катоде) с образованием атомного водорода. Выделяющийся водород поляризует катод (см. *Поляризация*); реакция II представляет процесс деполяризации, или удаления образующейся на катоде пленки водорода. Последнее возможно путем: а) окисления водорода при помощи растворенного в жидкости кислорода или же б) образования молекулярного водорода. Весьма часто наблюдается одновременное течение обоих процессов. Переход металла в раствор в виде иона возможен лишь при наличии определенной разности потенциалов, или, иными словами, при наличии гальванич. пары. Гальванич. пары м. б. здесь следующих родов: 1) в жидкость (электролит) погружены два различных металла (фиг. 1, А); это—самый элементарный тип гальванич. элемента (например:  $Zn|Cu, Fe|Cu, Al|Fe$  и т. д.); 2) металл структурно неоднороден; в этом случае роль электродов играют структурные составляющие. Весь металл можно представить состоящим как бы из огромного числа микроскопически малых гальванич. элементов (например  $Fe|Fe_3C, Al|CuAl_2, Cu|Cu_2O$  и т. д.); часто (если число структурных составляющих больше двух) образуются еще более сложные элементы (фиг. 1, Б); 3) различные части металла неоднородны физически [напр.

внутренние напряжения в металле, деформация металла (фиг. 1, В; пара: М недеформируемый — М деформируемый.); 4) различные части металла находятся в неодинаковых физико-химических условиях, напр. в разных растворах. Особенно важным случаем такого рода пар являются гальванические пары [фиг. 1, Г; пары: а) М в растворе богатом  $O_2$  — М в растворе бедном  $O_2$ ; б) М в воде — М в иле; в) М в иле — М в песке], образующиеся вследствие неодинакового притока кислорода к разным частям металла (дифференциальная аэрация). В большинстве случаев коррозии различные типы гальванических пар имеют место одновременно.

Разность потенциалов данной гальванической пары зависит от многих условий и в первую очередь от вещества электродов. Для сравнения металлов по их способности переходить в раствор и вытеснять водород их располагают в таблицу т. наз. стандартных, или нормальных, потенциалов. Однако необходимо заметить, что значения стандартных потенциалов получаются при строго определенных условиях, а именно, когда металл находится в электрохимическом равновесии с нормальным раствором, содержащим ионы того же металла. Если изменить концентрацию раствора или брать другой электролит, то потенциалы металлов будут меняться, причем может измениться и порядок их расположения, т. е. произойти перестройка таблицы. Поляризация и перенапряжение водорода на катоде также оказывают большое влияние на разность потенциалов и на изменение эдс пары во времени. Поляризация зависит как от природы пары (вещества



Фиг. 1.

электродов), так и от свойств электролита. Уравнения I и II (а и б) показывают, что процесс коррозии складывается из двух связанных друг с другом процессов: 1) перехода ионов металла в раствор, с одновременным выделением водорода на катоде (поляризация), и 2) удаления образующейся на катоде пленки водорода (деполяризация). Можно считать, что первый процесс протекает со значительно большей скоростью, чем второй; поэтому общая скорость К. определяется скоростью деполяризации. В тех же случаях, где деполяризатором является кислород воздуха (напр. при ржавлении железа), скорость деполяризации в свою очередь зависит от скорости притока кислорода; последняя и будет определять суммарную скорость К.; таким образом первая часть теории К. есть в сущности применение теории электрохимического элемента к процессам химического разрушения металлов.

Второй частью учения о К. является теория т. наз. поверхностных защитных пленок. В процессе К., в результате вторичных реакций (особенно при участии растворенного кислорода воздуха), на металле могут образовываться пленки, к-рые, во-первых, затрудняют контакт между металлом и средой, а во-вторых, увеличивают внутреннее сопротивление электрических пар, что ведет к замедлению или даже полному прекращению К. Простейшими примерами защитных пленок являются например пленки  $PbSO_4$ , образующиеся на свинце при растворении последнего в  $H_2SO_4$ , пленка  $Al_2O_3$ , покрывающая алюминий на воздухе, и т. д. Толщина защитной пленки колеблется от размеров молекулярного порядка до видимых невооруженным глазом. Весьма вероятно, что пленки очень малой толщины построены совершенно особым образом и в основе образования их лежат явления адсорбции (см.). С возникновением таких пленок (могущих в частности быть образованными и из молекул газов) связаны явления пассивности металлов, тоже играющие большую (положительную) роль в процессах К. И электрохимическая сторона явлений К. и образование защитных пленок зависит как от природы и состояния самого металла (внутренние факторы), так и от природы и состояния коррозионной среды (внешние факторы), а потому изучение К. требует полного рассмотрения всей системы металл—среда (электролит).

**Влияние состава и структуры металла.** Химич. состав дает только самое общее представление о физико-химич. природе металла. Поэтому при рассмотрении химической устойчивости металла или сплава необходимо обращаться к данным их металлограф. изучения. «Химически чистые» металлы тоже в большинстве случаев оказываются не вполне однородными (примеси, включения, поликристаллическость); однако данные, полученные для наиболее чистых образцов металла, можно в первом приближении отнести к свойствам атомной решетки химически индивидуального металла. В табл. 1 приведены наиболее важные данные о химич. устойчивости чистых металлов. Сложные системы, образованные несколькими составляющими, при прочих равных условиях будут обладать наименьшей устойчивостью, т. к. здесь имеется большая возможность образования микропар. Поэтому при получении химически устойчивых сплавов необходимо стремиться получить: а) возможно более полную структурную однородность сплава, б) максимальную устойчивость его составляющих, в) прочные и легко восстанавливающиеся защитные пленки. Эти условия достигаются таким подбором состава сплава и такой термическ. и механич. обработкой, чтобы получались однородные твердые растворы и чтобы состав последних обеспечивал химич. стойкость металла надлежащим внутренним строением или образованием защитных пленок. В ряде случаев твердые растворы обладают также относительно высокими механич. качествами. Внутренние напряжения и деформации металла вообще уменьшают его химич. стойкость. При этом

Табл. 1.—Химическая устойчивость чистых металлов.

Металл	Стандартный потенциал по отнош. к H <sub>2</sub> (V)	HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> ·COOH	NaOH	Нейтр. растворы солей	Влажный воздух	Разные реагенты
Al	-1,4		высок. конц. низк. t° низк. конц. высок. t°	разбавл. холодная горячая	высок. конц. низк. t° низк. конц. высок. t°				Hg Hg-соли
Fe	-0,4		высок. конц.			высок. конц. разл. и т.			
Ni	-0,28		высок. конц.						
Zn	-0,7								
Cr	—		высок. конц.						NH <sub>3</sub>
Sn	-0,16			горячая		холодная горячая			
Pb	-0,13			горячая	при действии воздуха				
Cu	+0,35			горячая					NH <sub>3</sub>

Не действует
Действует
Медленно действует
Быстро разрушает

особенно часто проявляется крайне опасный вид К. — т. н. интеркристаллитная (или интеркристаллическая) К., когда разрушение происходит по границам зерен кристаллитов металла и, несмотря на внешне благополучный вид материала, механич. свойства его м. б. уменьшены во много раз. Состояние поверхности металла тоже является одним из важнейших внутренних факторов К. Влияние механич. обработки, представляющей особый вид поверхностной деформации материала, сказывается различно для разных металлов и разных внешних условий. Для железн. металлов тонкая механическая обработка поверхности (например полировка) дает увеличение химич. стойкости. Химич. обработка поверхности металла может приводить: а) к образованию на металле слоя соединений, к-рые в нек-рых случаях играют роль защитных пленок (пассивирование поверхности); б) к удалению ранее образовавшегося на металле поверхностного слоя (активирование поверхности),

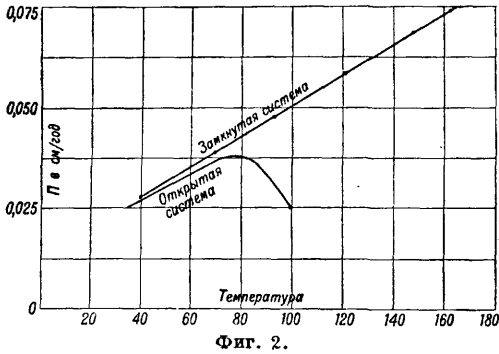
что обычно ведет к уменьшению химическ. устойчивости; в) к возрастанию содержания включений благодаря растворению менее благородной составляющей, что ведет к увеличению числа микропар и следовательно тоже к усилению К.

**Влияние внешних условий.** А. Температура. С повышением  $t^\circ$  происходит увеличение скорости химич. реакций; кроме того увеличивается скорость диффузии и усиливаются конвекционные токи, что способствует притеканию к металлу свежих порций электролита. Келкот и Уэтзел предлагают при учете влияния  $t^\circ$  пользоваться ф-лой для гетерогенных реакций:

$$\ln R = A + \frac{B}{T},$$

где  $R$ —константа скорости К. (меняющаяся с  $t^\circ$ ),  $A$  и  $B$ —постоянные,  $T$ —абсолютная темп-ра. Во многих случаях общий характер кривых (скорость К.—темп-ра) соответствует приведенной ф-ле. Однако при повышении  $t^\circ$  растворимость кислорода в воде па-

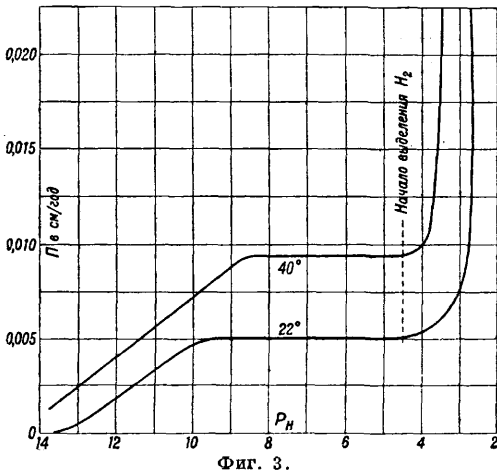
дает, и поэтому в тех случаях, где кислород играет роль деполаризатора, выше известного  $t^0$ -ного предела наступает уменьшение скорости  $K$ , так как ни увеличение активности системы ни ускорение диффузии и конвекции не смогут компенсировать недостаток кислорода в растворе. Из диаграммы (фиг. 2; символ  $\Pi$  обозначает среднюю



Фиг. 2.

уменьшению толщины металла, служащую мерою скорости  $K$ .) видно, что при постоянном содержании кислорода в растворе (замкнутая система) наблюдается непрерывное увеличение скорости  $K$  с  $t^0$  (железо в воде); в случае же открытой системы (кислород может удаляться при нагревании) кривая имеет максимум, за которым следует уменьшение скорости  $K$ . Движение электролита относительно металла как правило увеличивает скорость  $K$ ; однако и здесь иногда (напр. для железа) наблюдаются максимумы на соответствующей кривой.

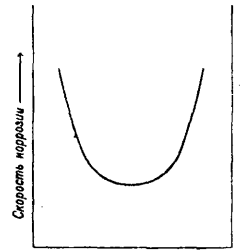
Б. Природа раствора. Наиболее общей характеристикой раствора является концентрация водородных ионов  $P_H$ . На фиг. 3



Фиг. 3.

представлена кривая, изображающая зависимость скорости  $K$  железа от  $P_H$  раствора. Можно отчетливо разделить диаграмму на три области: 1)  $P_H > 10$  (щелочная область) —  $K$  идет медленно и скорость ее зависит от  $P_H$ ; 2)  $P_H = 4,3 \div 10$  (нейтральная область) — скорость  $K$  почти не зависит от  $P_H$ ; 3)  $P_H < 4,3$  (кислотная область) — скорость  $K$  резко увеличивается и зависит от  $P_H$ . В первых

двух областях  $K$  идет за счет деполаризации кислородом воздуха, растворенным в жидкости; в последней, кислотной, области водород выделяется в виде пузырьков (хотя часть его вероятно тоже окисляется кислородом). Для алюминия примерный вид диаграммы изображен на фиг. 4; здесь зависимость скорости  $K$  от  $P_H$  для щелочной зоны обратна только что разобранному случаю (с возрастанием  $P_H$  скорость тоже возрастает). Природа ионов в растворе также играет чрезвычайно большую роль. Последнее связано как со специфичностью взаимодействия данного рода ионов и металла, так и со вторичными реакциями (образование пленок). В солян. растворах на характер и скорость коррозии влияют оба иона соли. При растворении солей электропроводность жидкой фазы увеличивается и возникают конвекционные токи, что должно сказаться на ускорении  $K$ ; с другой стороны, понижение растворимости кислорода будет замедлять  $K$ . Поэтому на кривой (скорость коррозии — концентрация соли) могут наблюдаться максимумы и минимумы в соответствии с тем, какие стороны влияния концентрации преобладают. В соляных растворах особенно опасным является  $Cl^-$ -ион, так как он в большинстве случаев сильно активизирует поверхность металла; химический состав раствора также может влиять на протекание вторичных реакций и следовательно на образование защитных пленок. Характерным примером является действие хромовых солей на железо. В их присутствии железо быстро пассивируется и скорость  $K$  резко падает. Окислители в растворе действуют двояко: с одной стороны, они усиливают деполаризацию и следовательно способствуют развитию коррозионных процессов; с другой стороны, окислители часто действуют пассивирующим образом (напр. крепкая азотная к-та на железо и алюминий). Газы в растворе являются тоже одним из важнейших факторов: напр. кислород, за счет которого могут идти процессы деполаризации, или  $CO_2$ , участвующий во многих вторичных реакциях. Даже в случаях действия к-т деполаризация кислородом оказывается первостепенным фактором, на что указывают напр. случаи растворения меди в к-тах. Иллюстрацией такого влияния кислорода может служить фиг. 5, где показана зависимость между скоростью  $K$  меди в различных к-тах и составом газовой фазы над раствором. Образованию местных пар иногда способствует действие света, что отмечено например при  $K$  некоторых медных сплавов.



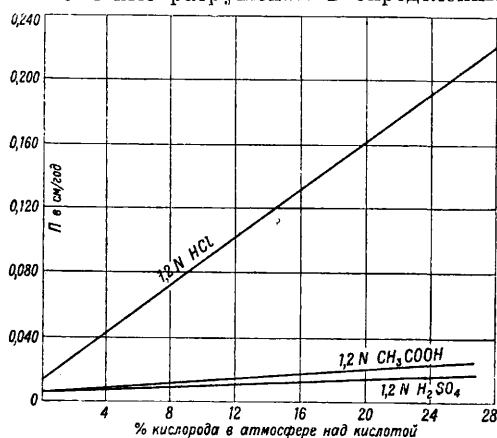
Фиг. 4.

Классификация явлений Н. Есть несколько способов классификации явлений Н.

1. Классификация по характеру деполаризации: 1) водород выделяется в виде пузырьков ( $K$  в сильно кислой среде,  $K$  алюминия и магния в щелочах); 2) водород окисляется кислородом воздуха,

растворенным в электролите (К. в слабо и умеренно кислой или в слабо щелочной среде,—напр. в растворах гидролизующихся солей); 3) водород частью окисляется кислородом воздуха, частью же выделяется в виде пузырьков (разбавленные к-ты, недостаток окислителя).

II. Классификация по характеру разрушений. 1) Обычный «сплошной» тип разрушений; К. распространяется б. или м. равномерно как по телу, так и по границам кристаллитов (напр. обычные случаи К. железа на воздухе и в воде); здесь можно выделить две подгруппы: а) равномерная К.—разрушение равномерно распределено по всей площади металла (вкл. л., 1); б) местная, или локализованная, К.—разрушения сконцентрированы на ограниченной площади (вкл. л., 2); различают также например точечную, или перфорирующую, К.—сильные разрушения в определенных



Фиг. 5.

точках поверхности (вкл. л., 3 и 4), полосчатую—К. распространяется полосами по определенным направлениям, и т. д. 2) Интеркристаллитный тип К.—разрушения идут гл. обр. по границам кристаллитов (вкл. л., 5). Сюда относятся многочисленные случаи К. легких алюминиевых сплавов, железа в щелочах, латуни в морской воде. Возможна также классификация типов К. по характеру образующейся электрохимич. пары (макропары, микропары, концентрационные пары) и по нек-рым иным признакам.

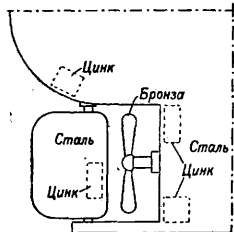
**Количественное выражение К.** К. может быть выражена количественно самыми различными способами в зависимости от того, изменение какого свойства металла при К. измеряется. В технике наиболее употребительны три способа выражения К. а) Потеря в весе за определенное время (в зависимости от скорости К.) с единицы поверхности металла: напр. г/см<sup>2</sup> в день, г/м<sup>2</sup> в год и т. д. Выбор единиц измерения зависит от скорости процесса. Потерю в весе от К. принято обозначать символом *K*. б) Средняя убыль толщины металла за определенное время; выражается в см в день или см в год или мм. (англ.) в год. Зная уд. в. металла, можно перевести потерю в весе на убыль толщины и обратно. Средняя убыль толщины как выражение К. удобна тем, что она

сразу дает вещественное представление о размерах К. в) Потери механ. качеств (гл. обр. коэф-та крепости  $Z_{max}$  в кг/мм<sup>2</sup> и относительного удлинения  $i$  в %), выражаемые в % от качества исходного материала.

**Способы защиты металлов от К.** Металлы предохраняются от К. тремя способами: покрытиями, электрохимич. защитой и обработкой коррозионной среды.

А. П о к р ы т и я. 1) Краски, лаки и смолы. Основным условием применения такого рода покрытий помимо специальных качеств (кроющая способность, непроницаемость, схватываемость, прочность и т. д.) является требование химич. инертности по отношению к защищаемому материалу. Для защиты железных материалов широко применяются масляные и эмалевые краски, асфальтовые лаки; для легких алюминиевых сплавов наилучшими против К. от атмосферных влияний считаются лаки типа «Дюраль»; против коррозии в морской и пресной воде—битуминозные лаки типа «Инертоль» (итал.) или «Кузбас» (рус.). 2) Металлическ. покрытия по способу их получения разделяются на следующие: а) электрохимические (сюда же относятся гальваническ. покрытия), осаждаемые на металле из раствора с применением или без применения электрич. тока (напр. покрытие железа медью, оцинкование); б) горячие, получаемые на металле путем погружения его в расплавленный металл (напр. горячее оцинкование); в) диффузионные—защищающий металл (обычно в виде порошка) заставляют при высокой  $t^\circ$  диффундировать в защищаемый (напр. горячее хромирование); г) диффузионно-механические—защищающий металл при высокой  $t^\circ$  впрессовывается в защищаемый при помощи прокатки. Здесь силам диффузии помогают силы механ. порядка (например покрытие стальных листов разнообразными сплавами); д) ш о о п и р о в а н и е—набрызгивание металла при помощи пульверизации на защищаемый металл. По характеру защиты все металлические покрытия можно разделить на две группы: анодные и катодные покрытия, в зависимости от того, электроотрицательно или электроположительно покрытие по отношению к защищаемому металлу. Анодные покрытия защищают металл не только благодаря изоляции его от внешней среды, но и благодаря тому, что в образующейся паре покрытие является анодом и следовательно при действии электролита будет само разрушаться, в то же время защищая металл. Случайные царапины, обнажения и т. п. не будут опасны в этом случае, т. к. соседние участки покрытия будут защищать металл электрохимически (пример—защита железа цинком). Катодные покрытия защищают металл только при условии сохранения сплошной пленки. Обнажения металла могут повести наоборот к быстрой К., так как здесь защитный металл будет играть роль катода и следовательно помогать К. (пример—никелирование железные изделия в растворах солей). Из катодных покрытий для железа особенное распространение получает за последнее время х р о м и р о в а н и е (см. Хром). В качестве анодных покрытий для легких алюминие-

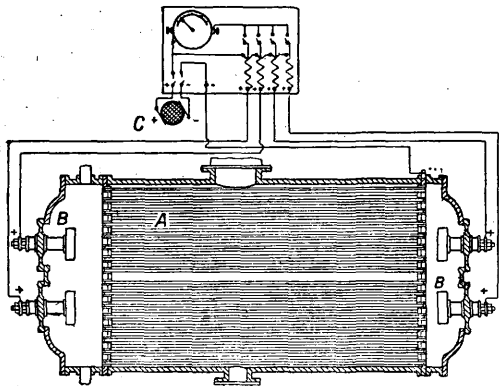
вых сплавов предложен цинк (СССР) и кадмий (Германия). Эти способы защиты разрабатываются в ЦАГИ. Катодные покрытия для легких сплавов, предложены французами (покрытие медью и хромом), не оправдали себя. 3) Керамические покрытия применяются в химич. промышленности. Широко также распространено эмалирование для защиты железа. Особые защитные пленки, обычно окисного характера, получаются при обработке защищаемого металла различными



Фиг. 6.

химич. реагентами под током или без тока. Для защиты легких алюминиевых сплавов известны способы Бауэра (обработка углекислыми солями) и Иротка (обработка сложными солями под током); удовлетворительные результаты дает также и анодная поляризация. Железо защищают например при помощи *воронения* (см.), нагревая при высоких  $t^\circ$  (горячий способ) или обрабатывая различными электролитами (холодный способ). Магниевые сплавы покрываются защитной пленкой при погружении их в растворы хромистых солей.

Б. Электрохимическая защита. Деви еще в 1825 г. предложил защищать латунные и медные листы от действия морской воды путем прикрепления к ним цинка. В настоящее время подобный способ применяется в морском деле для защиты например корабельных винтов. Вблизи винта (фиг. 6) ставится массивный цинковый протектор, который и играет роль отрицательного электрода пары [латунь или бронза (винт) — цинк (протектор)]. Цинк постепенно разрушается и заменяется новым, а винт остается целым. Аналогично с этим ЦАГИ в последнее время разработал способ защиты от



Фиг. 7.

коррозии легких алюминиевых сплавов, комбинируя катодные покрытия с применением цинковых протекторов. Несколькими иным способом защищают конденсационные устройства и стенки паровых котлов (фиг. 7). Добавочный электрод В (напр. железный) соединяют с положительным полюсом батареи или динамомшины постоянного тока

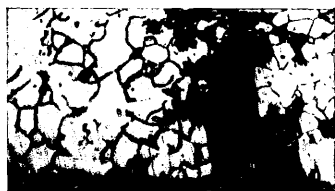
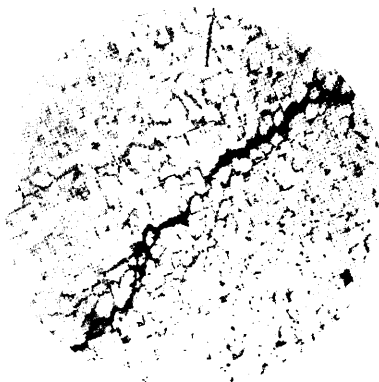
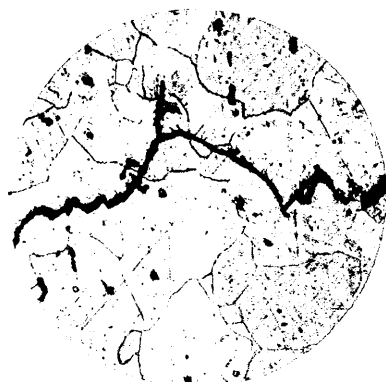
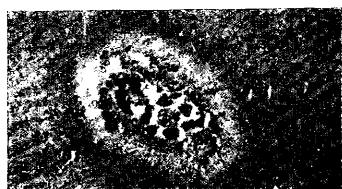
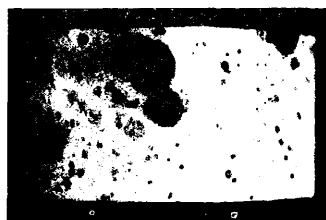
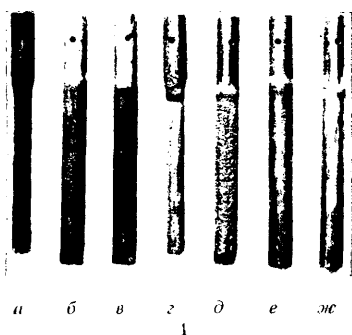
С, а защищаемый предмет (конденсационные трубки А) — с отрицательным полюсом той же батареи. Добавочный электрод будет постепенно разрушаться и переходить в раствор (воду), а защищаемый металл останется целым.

В. Обработка коррозионной среды. Можно наконец видоизменить коррозионную среду т. о., чтобы ее разрушающие свойства уменьшились. Такого рода методы применяются в сравнительно редких случаях; например при защите паровых котлов соответствующими операциями удаляют кислород из питающей воды.

Материалы и реагенты. Металлы и сплавы не в одинаковой степени подвергаются воздействию различных реагентов.

Железо и железные сплавы. В воде и растворах солей К. железа происходит за счет деполяризации кислородом воздуха, растворенного в жидкой среде. Как показали многочисленные исследования (Эйчисон, Чепел, Гадфильд, American Society for Testing Materials, National Tube Co. и др.), состав металла в границах обычных сортов железных материалов, по сравнению с иными факторами, не оказывает существенного влияния на ход коррозии. Неблагоприятное действие оказывает повидимому повышенное содержание S, P, Si и Mn. Добавка меди в пределах 0,2—1,5% улучшает антикоррозионные качества металла, особенно при воздушной К. Наиболее опасно в коррозионном отношении присутствие в растворе солей типа  $KCl$ ,  $K_2SO_4$  и  $NaNO_3$ , а также присутствие  $Cl^-$ -ионов в связи с любым катионом. Соли типа  $K_4Fe(CN)_6$ ,  $Na_2CO_3$ , как дающие нерастворимые пленки, при некоторых концентрациях могут оказывать даже защитное действие. Хромовые соли определенно защищают металл. Аэрация и движение раствора являются одними из главнейших факторов усиления К. Щелочные растворы низкой концентрации в большинстве случаев не опасны, в особенности если они также содержат углекислые соли. При высокой концентрации щелочи, а также при высокой  $t^\circ$  и давлении наблюдается сильная интеркристаллитная К. На микроисках (вкл. л., 6 и 7) видна целая сеть микроскопич. трещинок по границам кристаллитов. Эти трещинки, сливаясь, дают уже видимые внутренние и поверхностные трещины. Интеркристаллитной К. в этих условиях способствуют: а) повышенное содержание S, б) окислы (недостаточное раскисление металла при плавке или пережог при последующей обработке), в) внутренние напряжения (возникающие напр. при сгибании листов, при холодной клепке и т. п.). Щелочам хорошо сопротивляется мягкая сталь с содержанием 3—5% Ni. В к-тах К. идет как с выделением свободного водорода, так и с окислением водорода кислородом воздуха или самой к-той, если последняя является окислителем (напр.  $HNO_3$ , крепкая  $H_2SO_4$ ). Обычные железные материалы вообще не рекомендуются употреблять в качестве оболочек при сильных реагентах, какими являются к-ты; здесь надо переходить к более сложным сплавам, за исключением некоторых отдельных случаев. Так, для азотной к-ты крепостью выше 40%





1. Коррозия металлов и сплавов железной группы в 10% HCl по истечении 10 дней а—химически чистое железо; б—химич. чистый никель; в—сплав (46% Ni, 54% Fe); г—(25% Cr, 75% Fe); д—(18% Cr, 12% Co, 30% Fe); е—(15% Cr, 63% Ni, 21% Fe, 1% Mn); ж—(15% Cr, 62% Ni, 15% Fe, 1% Mn, 7% Mo). 2. Образец отожженной нержавеющей стали, начавший корродировать после 10-дневного пребывания в морской воде. 3. Корродирующий участок тонкого дуралюминиевого листа, пораженного точечной коррозией. 4. Поперечное сечение дуралюминиевого листа; граница разрушения совпадает с границей кристаллита А. 5. Сильная интеркристаллитная коррозия дуралюмина. Образец вырезан из трубы, корродировавшей во влажном морском воздухе при неблагоприятных условиях (контакт с латунью, возможность застаивания воды). 6. Интеркристаллитная коррозия. Образец вырезан из стенки парового котла. 7. Интеркристаллитная коррозия. Образец вырезан из железного бака с каустической содой. 8. Коррозия клепаной дуралюминиевой пластинки после 10-дневного пребывания в морской воде. Сильная коррозия, особенно у заклепок.

можно употреблять обычное железо или же сталь. При производстве азотной кислоты, а также при работе с конц. серной кислотой (70—100%-ной) часто употребляют чугуны. В качестве типичных образцов приводится состав двух англ. отливок, с успехом работавших в заводских условиях.

Чугун	C		Mn	Si	P	S
	общ.	связ.				
А. . . . .	3,3	0,6	0,6	1,8	1,0	0,2
Б. . . . .	2,75	0,65	0,45	1,5	0,35	0,35

В чугунах необходимо избегать слишком высокого содержания Si: связанного углерода д. б. не менее 0,6—0,8%. Весьма вредным оказывается P, особенно если он реагирует с образованием мест фосфористой эвтектики. При работе с HCl любых концентраций железные материалы совершенно неприменимы. Дымящая H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> вызывает сильную интеркристаллитную K. При работе с HNO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, а также с различными растворами солей и органич. веществами можно рекомендовать применение листов очень чистого железа, например америк. Armco (см. Армко-железо); последнее обладает значительно более высокой химической устойчивостью по сравнению с обычными железными материалами.

Железо-кремнистые сплавы (высокремнистое литье) содержат обычно 13—18% Si, хорошо сопротивляются действию к-т H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> и даже HCl (в невысоких концентрациях). В этих сплавах содержание углерода м. б. до 0,7%; S и P должно быть возможно меньше; Si не должен получаться в т. н. графитной форме. Эти сплавы можно с успехом применять также при работе с органич. к-тами—уксусной, лимонной и т. д. Изделия из этих сплавов получают только отливкой; механич. качества их несколько ниже, чем у обычных чугунов. Наиболее известны марки Ironac (Англия), Durigon (Америка), Termisilid (Германия, Крупн).

Железо-хромистые сплавы образуют класс т. н. нержавеющей сталей. Различают: нержавеющее железо (0,1 ÷ 0,15% C; 12 ÷ 15% Cr) и нержавеющую сталь (0,3 ÷ 0,4% C; 12 ÷ 15% Cr). Первое обладает несколько более низкими механическими качествами, но зато легче обрабатывается и не нуждается в термич. обработке. Хим. устойчивость нержавеющей стали в большой степени зависит от ее термич. обработки. Необходимо закалка 850—900° на воздухе или в масле, с отпуском 500—600°. У отожженной стали антикоррозионные качества понижаются в несколько раз. Применение нержавеющей сталей видно из табл. 2, где сопоставлены стали: углеродистая, нержавеющая и сталь марки V2A. Добавка к стали небольшого процента меди повидимому полезна. Марганец понижает антикоррозионные качества и его присутствия необходимо избегать при изготовлении этой стали. Весьма вредны также включения окислов. Нержавеющие стали в термич. обработан. виде и нержавеющее железо могут применяться при работах с водными растворами солей (морская вода, рудничные воды) и с растворами к-т невысоких концентраций (за исключением HCl); эти стали в настоящее время

начинают применяться для изготовления ножей, хирургических инструментов и т. п.

Железо-никель-хромистые сплавы обладают еще более высокими антикоррозионными свойствами, чем железо-хромистые. Наиболее известны следующие марки:

Марка	C, %	Cr, %	Ni, %
V2A (Крупн) . . . . .	0,25	20	7
Auska (Англия) . . . . .	0,10	15	10—12
Stalbrit (Америка) . . . . .	0,2—0,4	18	8

Хромоникелевые стали обладают высокими механич. качествами, хорошо куются и прокатываются, не требуют термич. обработки, хорошо сопротивляются самым разнообразным химическ. реагентам. В последнее время в Германии из стали V2A приготавливают листы, трубы, части насосов, хирургические инструменты, вечные перья и т. д. Сплавы с высоким содержанием Ni дают наилучшие результаты, хотя сравнительно дороги. Сплав состава 63% Ni, 15% Fe, 15% Cr, 7% Mo хорошо сопротивляется 10%-ной HCl. Против H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> хорошие результаты дал сплав 50% Ni, 50% Fe; против H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> и HCl—сплав 63% Ni, 21% Fe, 15% Cr.

Медь и медные сплавы. Вода и водные растворы солей заметно действуют на медь при свободном доступе воздуха. Усиливает K. присутствие в растворе H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> и особенно NH<sub>3</sub>. Медь склонна образовывать местные концентрационные пары. Химическая устойчивость меди сильно понижается при повышенном содержании окислов в металле. В кислотах, даже в слабых растворах их, медь сильно корродирует. Бронзы (Cu-Sn) употребляются при сравнительно слабых коррозионных агентах (загрязненный воздух, слабые растворы солей). Бронзы, представляющие однородный твердый раствор, обладают более высокой химич. устойчивостью, нежели бронзы структурно сложные. Pb повидимому ухудшает антикоррозионные качества бронз. Кислые сточные воды действуют на бронзу в 20 раз слабее, чем на железо; бронзовая проволока в загрязненном воздухе химич. фабрик корродирует в 2—4 раза меньше, чем железная. Против H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> удовлетворительные результаты дает цинковая бронза Хуберга. Против разбавленных кислот рекомендуется кобальтовая бронза. Хорошие качества показала хромакс-бронза, т. е. марганцевая бронза, в к-рой часть Mn заменена Cr. Повидимому наиболее химически устойчивой в соляных растворах и слабых кислотах является алюминиевая бронза—95% Cu, 5% Al или 90% Cu, 9% Al, 1% Ni. Латунь (Cu-Zn) довольно широко применяется в морском деле. Сплавы, которые содержат однородные α-кристаллы, обладают наивысшей химической устойчивостью. В латунях с высоким содержанием Zn происходит быстрое выщелачивание Zn (децинцификация) в морской воде. Прибавка 15% Ni увеличивает стойкость таких сплавов. Латунь, обладающие крупнокристаллич. структурой, корродируют быстрее, нежели мелкокристаллические. Повышение t° отжига ведет к увеличению K.; так же действует и закалка. Вредное влияние оказывают наклеп и внутренние напряжения: они вызывают сильную интеркристаллитную K. В морском деле

Табл. 2.—Сравнительное действие различных реагентов на углеродистую высокохромистую и высокохромоникелевую сталь.

Реагент	Концентрация и t°	Углеродист. сталь			Реагент	Концентрация и t°	Углеродист. сталь		
		средней твердости	Высокохромистая сталь (12—14% Cr)	Cr-Ni-сталь (18% Cr, 8% Ni)			средней твердости	Высокохромистая сталь (12—14% Cr)	Cr-Ni-сталь (18% Cr, 8% Ni)
Уксусная к-та	100%	◆	●	●	Сероуглерод	—	●	●	●
» »	33%	◆	●	●	Углерод четыреххло-	1—50%	◆	◆	◆
» »	15%	◆	●	●	ристый	—	◆	◆	◆
» »	5%	◆	●	●	Хлор	Насыщ. раств. в	◆	◆	◆
То же (пары)	—	◆	●	●	Медь углекислая	NH <sub>4</sub> OH	◆	◆	◆
Бензойная к-та	Все концентр.	●	●	●	» хлорная	5—10%	●	●	●
Борная к-та	Насыщ. раств.	●	●	●	» сернистая	+2% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	●	●	●
» »	5%	●	●	●	Спирт винный	100%	●	●	●
» »	10% холодн. } горяч.	●	●	●	Эфир этиловый	100%	●	●	●
Карболовая к-та	Все концентр.	●	●	●	Железо хлорное	10—50%	●	●	●
Хлоруксусн. »	Кристаллич.	●	●	●	» азотнокис-	—	●	●	●
» »	50%	●	●	●	лое	5%	◆	◆	◆
Хлорсульфон. к-та	Коцентр.	●	●	●	Формальдегид	40%	●	●	●
» »	10%	●	●	●	Сок фруктовый	—	●	●	●
Лимонная к-та	Все концентр.	◆	●	●	Водорода перекись	—	●	●	●
Синильная к-та	—	◆	●	●	Чернила	—	●	●	●
Соляная к-та	Все t° и концен-	◆	●	●	Иод	1%	●	●	●
» »	трации	◆	●	●	»	Насыщен.раствор	●	●	●
Фтористоводородная	—	◆	●	●	Ивезть гашеная	в КГ	●	●	●
к-та	—	◆	●	●	Масла смазочные	Суспензия	●	●	●
Молочная к-та	50% при 100°	◆	●	●	Магний хлористый	—	●	●	●
Маленовая »	5% при 15° и 100°	◆	●	●	» сернокислый	10%	●	●	●
Смесь HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	◆	●	●	Ртуть азотнокислая	10%	●	●	●
Азотная к-та	Уд. в. 1,42	◆	●	●	» хлорная	5%	●	●	●
» »	» » 1,20	◆	●	●	» цианистая	0,5—5%	●	●	●
» »	Ниже 11%	◆	●	●	Молоко	5%	●	●	●
Шавелевая к-та	1—10% при 15—100°	◆	●	●	Никель азотнокис-	Свежее или кис-	●	●	●
» »	5—50% при 15—100°	◆	●	●	лый	лое	●	●	●
» »	5—100%	◆	●	●	»	5—10%	●	●	●
Фосфорная	Все концентр.	◆	●	●	Нефть	—	●	●	●
Пикриновая к-та	» »	◆	●	●	Калий бромистый	1—10% при 15—50°	●	●	●
Пирогаллол	» »	◆	●	●	» цианистый	5% насыщ. раств.	●	●	●
Стеариновая к-та	» »	◆	●	●	» железосине-	» »	●	●	●
Серная к-та	» »	◆	●	●	родистый	5%	●	●	●
Сернистая к-та	—	◆	●	●	Калий азотнокис-	» »	●	●	●
Таннин	5%	◆	●	●	лый	10%	●	●	●
Уксусный ангид-	100%	◆	●	●	Калий щавелевокис-	—	●	●	●
рид	100%	◆	●	●	лый	0,25—1%	●	●	●
» »	5%	◆	●	●	Морская вода	15°	◆	◆	◆
Ацетон	—	◆	●	●	» »	80°	◆	◆	◆
» »	5%	◆	●	●	» »	В пост. движении	◆	◆	◆
Алюминий сернокис-	10%	◆	●	●	» »	Периодич. образ-	●	●	●
лый	—	◆	●	●	Серебро азотнокис-	ование	●	●	●
Алюминий сернокис-	1%	◆	●	●	лое	1—5%	●	●	●
лый	1—5% при 15—50°	◆	●	●	Натрий бромистый	5—10%	●	●	●
Аммоний бромистый	Насыщенный	◆	●	●	» хлористый	3—10%	◆	◆	◆
» углекислый	» »	◆	●	●	» лимонноки-	—	●	●	●
» хлористый	1%	◆	●	●	слый	3—5%	●	●	●
» »	47%, кипящий	◆	●	●	Натр едкий	66%	●	●	●
Аммиак	Все концентр.	◆	●	●	» »	33%	●	●	●
Аммоний азотнокис-	—	◆	●	●	Натрия гипохлорит	0,2—5%	●	●	●
лый	10%	◆	●	●	Натрий азотнокис-	—	●	●	●
Аммоний сернокис-	50%	◆	●	●	лый	5%	●	●	●
Аммоний сернокис-	10%	◆	●	●	Натрия перекись	10—80°	●	●	●
лый	—	◆	●	●	Натрий кремнекис-	—	●	●	●
Пиво	—	◆	●	●	лый	5% насыщ.	●	●	●
Бензол	—	◆	●	●	Натрий сернокис-	—	●	●	●
Бром	100%	◆	●	●	лый	10% насыщ.	●	●	●
Бромная вода	3,3%	◆	●	●	Натрия тиосульфат	—	●	●	●
» »	0,15%	◆	●	●	Натрий сернистый	10%	●	●	●
Камфора	—	◆	●	●			●	●	●

● — практически не действует на металлы; ◆ — действует; . — быстро разрушает.

получили также распространение специальные бронзы: мунц-металл, кремнистая латунь, марганцевая бронза (закалка повышает антикоррозионные качества этого металла), Дюралюминий, марганцевая бронза Парсона (см. *Спр. ТЭ*, т. II). Против слабых кислот рекомендуется бронза Парсона и сплав: до 62% Cu, 35—43% Zn, 0,2—

1,5% Si, 0,5—0,65% Sn. Латунь с высоким содержанием Ni (нейзильберы) в отношении антикоррозионн. качеств превосходит обычные сорта латуней. Употребительны составы: 1) 60—50%Cu, 15—40%Zn, 12—25%Ni, 2) 7—20% Cu, 40—50% Zn, 35—40% Ni. Медноникелевые сплавы. Из этого рода сплавов наиболее распространен

монель-металл, обладающий наряду с высокими механическими качествами хорошей сопротивляемостью действию кислот, соляных растворов, загрязненного воздуха, рудничных и сточных вод и щелочей. Азотной к-ты хорошо сопротивляется сплав Парра. Для к-т рекомендуются также сплавы Ирмана. В самое последнее время предложены также медно-кремне-кобальтовые сплавы (4% Si, 4—8% Co, остальное Cu), которые наряду с высокими механическими качествами оказывают хорошее сопротивление сравнительно сильным коррозионным агентам.

Свинец и свинцовые сплавы. Вода действует на свинец различно, в зависимости от того, какие соли в ней растворены. Жесткая вода не действует на свинец, тогда как мягкая довольно быстро разрушает последний. Присутствие в растворе хлоридов и нитратов усиливает коррозию; сульфаты же, напротив, действуют защищающим образом (образование пленки  $PbSO_4$ ). Щелочные растворы также заметно действуют на свинец; по этой причине свинцовые трубы не должны прокладываться в цементе и вообще соприкасаться с материалами, содержащими известь и другие щелочи. Характер К. свинца в большинстве случаев интеркристаллитный. Лучшее всего свинец противостоит действию  $H_2SO_4$ ; только при концентрациях  $H_2SO_4$  свыше 80% начинает обнаруживаться заметная К. Чистота металла играет большую роль. Так как чистый свинец обладает весьма низкими механическими качествами, в хим. промышленности получили распространение Pb-Sb сплавы (до 12% Sb), прочность которых уже значительно выше, чем чистого свинца; присутствие в этих сплавах As и Zn сильно уменьшает их антикоррозионные свойства. Свинец также удовлетворительно сопротивляется действию смешанной кислоты, если только содержание воды в ней не превосходит 25%.

Алюминий и легкие алюминиевые сплавы. В нейтральных соляных растворах, в особенности в присутствии  $Cl^-$ , Al и Al-сплавы подвергаются сильной интеркристаллитной коррозии (вкл. л., 5 и 8). Сплавы алюминия даже при низком содержании примесей оказываются значительно менее устойчивыми к К., чем совершенно чистый алюминий. Особенно вредно действуют структурно-свободные  $FeAl_3$  и Si. Термическая обработка играет поэтому весьма большую роль; в большинстве случаев закалка, сопровождаемая переводом составляющих в твердый раствор, увеличивает химическую устойчивость металла. Включения  $CuAl_2$  играют роль добавочных катодов; однако переход значительных количеств меди в твердый раствор повидимому сильно уменьшает коррозию. Внутренние напряжения и деформации увеличивают К. Движение жидкости относительно металла, как показывают последние исследования ЦАГИ, тоже усиливают К. Контакты с Cu, Ni, латунию, нержавеющей сталью действуют на металл весьма неблагоприятно, и их необходимо тщательно избегать в конструкциях. Контакты с железом и сталью почти не влияют на К. алюминия; цинк в контакте с алюминием и дуралюмином защищает последние.

Относительно влияния контакта с другими металлами пока еще нет достаточных данных. Щелочные растворы быстро разрушают алюминий и алюминиевые сплавы, и потому при работе с ними применение Al совершенно недопустимо. Кислоты тоже действуют разрушающе, за исключением азотной и уксусной кислот высокой концентрации. В последнее время в Германии напр. получили распространение алюминиевые баки для перевозки крепкой азотной к-ты. Легкие сплавы с высокой сопротивляемостью К. пока еще не выработаны, хотя в некоторых странах и предложены б. или м. удачные составы. Из последних можно упомянуть только германск. сплав KS Seewasser (2,5% Mn, 2,25% Mg, 0,2% Sb, остальное Al); сплав обладает повышенной стойкостью по отношению к морской воде. Довольно широкое применение начинает получать чистый алюминий в пищевой, жировой и красочной промышленности как материал для химич. аппаратостроения.

#### Методы испытания металлов и сплавов на К.

Методика испытания на коррозию представляет чрезвычайно важную проблему, так как при большом числе действующих факторов надежные результаты можно получить только при правильной постановке экспериментов. Ниже приведена схема методики испытаний с указанием, какие условия (внутренние и внешние) необходимо принимать во внимание, а также какими показателями можно пользоваться. В большинстве случаев однако нельзя слишком усложнять эксперименты и лучше пользоваться системой отдельных экспериментов, данные которых будут взаимно дополнять друг друга. Наиболее важные методы следующие. 1) Испытание в открытых сосудах: образец погружен в данную жидкость; производят внешние наблюдения, определяют потери в весе и иногда производят механич. испытания. 2) Испытание в шпиндельном аппарате: жидкость находится в движении относительно образца (вращение образца или перемешивание жидкости), и одновременно производится аэрация жидкости; наблюдения те же. 3) Попеременная К.: образцы укрепляются в зажимах медленно движущегося колеса, так что образец то погружается в раствор то находится в воздухе. 4) Электрохимические методы: приборы в большинстве случаев представляют потенциометрические установки, причем возможно также одновременное измерение силы тока. На фиг. 8 изображена схема установки, разработанная в лабораториях ЦАГИ. 5) Определение скорости К. по количеству выделяющегося газа—применимо главн. обр. при К. в к-тах. 6) Определение скорости К. по тепловому эффекту реакции—пока еще мало разработано. 7) Исследование процесса К. под микроскопом: один из новых методов, дающий чрезвычайно много ценного для выяснения деталей и механизма коррозионных процессов (разработана в ЦАГИ). 8) Макростереоскопическ. наблюдение прокорродированных образцов—дает хорошие результаты при выяснении характера и распределения продуктов К. и относительной глубины разрушения. 9) К. в подогреваемом шкафу

I. Образец

1. Химический состав

- А. Железная группа:
  - а) обычн. железные материалы
  - б) специальн. железные сплавы
- Б. Медная группа:
  - а) обычн. медные сплавы
  - б) специальн. медные сплавы
- В. Никелевая группа
- Г. Легкие сплавы (Al-, Mg-группа)
- Д. Остальные

2. Физико-химич. состояние

- А. Литой
- Б. Механич. обработка:
  - а) горячая
  - б) холодная
- В. Термич. обработка
- Г. Напряженный металл
- Д. Деформированный металл

3. Поверхность

- А. Совершенно необработанная
- Б. Обработанная на станке
- В. Тонко обработанная (различной градации)
- Г. Травленая
- Д. Защитные покрытия:
  - а) краска и лак
  - б) металлы {горячий способ  
электрохим. способ  
шоопирование}
  - в) керамика
  - г) окислы и химич. соединения

4. Форма

- А. Цилиндрики или брусочки
- Б. Плоские образцы
- В. Трубчатые образцы
- Г. Образцы для механических испытаний:
  - а) из листов
  - б) » прутков
  - в) » литого материала
  - г) вырезанные из деталей
- Д. Готовые детали
- Е. Клепанные пластинки

II. Условия коррозии

1. Температура

- А. Регулируется
- Б. Не регулируется

2. Движение образца  
относит. жидкости

- А. Покой
- Б. Движение:
  - а) поток
  - б) круговое
  - в) вихревое

3. Раствор

- А. Дистил. вода
  - Б. Пресная вода
  - В. Морская вода:
    - а) естеств.
    - б) искусств.
  - Г. Растворы солей
  - Д. » щелочей
  - Е. » кислот:
  - а) окислит.
  - б) не окислит.
  - Ж. Органич. вещества
- Важнейшие факторы:
- а) нормальность раствора
  - б) концентрация  $P_H$

4. Окислители

- А. Воздух:
  - а) без аэрации
  - б) с аэрацией
- Б. Кислород:
  - а) с аэрацией
  - б) без аэрации
- В.  $CO_2$ :
  - а) с аэрацией
  - б) без аэрации
- Г. Негазообр. окислители:
  - а)  $H_2O_2$
  - б) окислит. кислоты
  - в) раствор желт. кровяной соли в щелочи
  - г) перманганат
  - д) бромная вода

5. Газовая среда над  
раствором

- А. Воздух
- Б. Кислород
- В. Нейтральные газы:
  - а)  $N_2$
  - б)  $H_2$
- Г. Другие:
  - а)  $CO_2$
  - б)  $CO$
  - в)  $Cl_2$
  - г)  $NH_3$

## 6. Постоянство среды

- А. Среда постоянная  
 Б. Среда непостоянная (периодически меняется)

Изменение среды:

- а) автоматич.  
 б) не автоматич.

## 7. Извне приложенный электрический ток

- А. Нет извне прилож. тока  
 Б. Приложен внешн. ток

## 8. Контакт

- А. Нет контакта с др. металлом  
 Б. Есть контакт с др. металлом:  
 а) непосредственное соприкосновение  
 б) через проводник

## 9. Особые условия

- А. Электролит в виде пленки:  
 а) воды  
 б) раствора соли  
 в) влажных кристаллов соли

## 10. Свет

- А. Отсутствие света  
 Б. Освещ. обычн. светом  
 В. Освещ. спец. светом  
 Г. Попеременное освещение и затемнение:  
 а) освещенность контролируется  
 б) освещенность не контролируется

## III. Результаты коррозии

## 1. Изменение вида образца

- А. Непосредств. осмотр и фотографирование  
 Б. Осмотр поверхн. образца и съемка при малых увеличениях (макроскопирование)  
 В. Стереооптическая съемка и осмотр образца:  
 а) без увеличения  
 б) с увеличением

## 2. Изменение структуры образца

- А. Изменение вида излома образца  
 Б. Микроскопическое исследование корродир. образцов  
 В. Микроскопическ. исследование процесса К.

## 3. Изменение веса образца

- А. Уменьшение веса образца  
 Удаление продуктов К. образца:  
 а) механич.  
 б) химич.  
 Б. Увеличение веса

## 4. Изменение механич. свойств

- А.  $z_{max}$ —временное сопротивление на разрыв  
 Б.  $i\%$ —относительное удлинение  
 В.  $\sigma_p$ —предел пропорциональности  
 Г.  $g\%$ —поперечное сужение  
 Д. Испытание динамич. прочности  
 Е. Испытание на усталость

## 5. Изменение количества продуктов коррозии

- А. Твердые продукты  
 Б. Продукты К. в растворе  
 В. Газообразные продукты

## 6. Изменения в электролите

- А. Изменения цвета  
 Б. Осадки  
 В. Изменения цвета индикатора

## 7. Электрич. измерения

- А. Потенциал:  
 а) непосредственный  
 б) компенсационный  
 Б. Измерение силы тока  
 В. Измерение проводимости:  
 а) электролита  
 б) образца  
 Г. Измерение  $R_H$

## 8. Калориметрические определения

- А. Теплота реакций К.

Табл. 3.—Сводная таблица исследований по коррозии металлов.

№ по пор.	Название сплава	Производитель	Группа	Химический состав в %						Состояние	Коррозионные свойства															
				Cr	Fe	C	Si	Mn	Cu		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			HNO <sub>3</sub>		HCl			CH <sub>3</sub> COOH		NaOH		NH <sub>4</sub> OH			
											I	II	III	I	III	I	II	III	I	III	I	III	II	III		
1	Асколей (Ascoley)	Allegheny Steel Co.	Cr-Fe	14	Остат.	—	—	—	—	Обр.	△	△	◇	◇(a)	●	△	△	△			●					
2	Хромистое железо (Cimet)	Cutler Steel Co.	»	20—30	»	—	—	—	—	Обр. и Л.	○	△	△	●	●	△	△	△	●	◇	●	◇	◇	◇	◇	
3	Нержавеющая сталь	Carpenter Steel Co.	»	14	»	0,3	—	—	—	Обр.	△	△	△	●	●	△	△	△	●	●	●	●	●	●	●	
4	Сталь, сопот. коррозии			»	»	9,5	»	0,45	—	—	—	—														
5	Нержавеющ. сталь (Stainless Steel)	Firth Starling Steel Co.	»	13,0	»	0,30	—	—	—	Обр.	△	△	△	●	●	△	△	△	◇	●	●	●	●	●	●	
6	Нержавеющ. железо (Stainless Iron)			»	»	13,0	»	0,15	—	—	—	»										●	●	●	●	●
7	Нержавеющ. сталь	Vanadium Alloys Steel Co.	»	14	»	0,33	—	—	—	»											●	●	●	●	●	
8	Delhi Tough Iron	Ludlum Steel Co.	»	17	»	0,07	1,25	—	—	»	○	○	◇	●	●	△	△	△	●	◇	●	●	●	●	●	
9	» Hard			»	»	17	»	1,20	1,50	—	—	»	△	△	◇	●	●	△	△	●	◇	◇	◇	◇	◇	
10	Сильхром (Silchrome)			»	»	8,25	»	0,40	3,50	—	—	»	△	△	◇	●	●	△	△	△	●	◇	◇	◇	◇	◇
11	» сорт F			»	»	3,25	»	0,40	3,50	—	—	»	△	△	◇	●	●	△	△	△	△	◇	◇	◇	◇	◇
12	Нержавеющ. сталь низкоуглеродист.	Midvale Co.	»	15	»	0,35	0,35	0,50	—	»	○	○	△	●	●	◇	◇	△								
13	Нержавеющ. сталь среднеуглеродист.			»	»	18	»	0,80	0,35	0,50	—	»	○	○	△	●	●	◇	◇	△						
14	Нержавеющ. сталь высокоуглеродист.			»	»	23	»	1,00	0,35	0,50	—	—	○	○	△	●	●	◇	◇	△						
15	Нержавеющ. сталь Карпентера	Carpenter Steel Co.	»	20	»	0,30	—	—	1,00	Обр.	△	△	△	●	●	△	△	△	●	●	●	●	●	●	●	
				Ni			Fe																			
16	Цимет (Cimet)	Driver Harris Co.	Ni-Fe	25	Остаток					Обр.																
17	»	»	»	25	»					Л.	△	△	◇	●	●	△	△	△								
18	30%-ная никелевая сталь	»	»	30	69					Обр.																
				Si	Fe	C	Mn	P	S																	
19	Corrosion	Pacific Foundry Co.	Si-Fe	13,5	85,5	—	—	—	—	Л.	●	●	●	●	●	○	◇	○	●	●	●	●	●	●	●	
20	Duriron	и др. Duriron Co.	»	14,25	84,6	0,60	0,35	0,16	0,04	»	(f)	(f)	(f)	(f)	(f)	(f)	(f)	(f)	(f)	(f)						
				Cr			Ni																			
21	Нихром III (Ni-chrome III)	Driver Harris Co.	Cr-Ni	15,0	85,0					Обр.																
22	Нихром IV			»	»	20,0	80,0																			
23	Elalco Rayo	Electrical Alloy Co.	»	15,0	85,0					»	●	●	◇	◇	◇	◇	◇	○	●	◇	●	◇	●	◇		
24	Карма			»	»	20,0	80,0					»	●	●	◇	◇	◇	◇	○	●	◇	●	◇	●	◇	
25	Хромель В (Chromel B)	Hoskins Manuf. Co.	»	15,0	85,0					»																
26	Хромель А			»	»	20,0	80,0					»		(g)	(h)		(k)		(l)	(m)		(n)				

			n		N1		Обр.															
			1,5	Остаток	97,0	95,0																
27	Сплав № 484 (Alloy № 484)	Hoskins Manuf. Co.	Mn-Ni					◇	◇	◇	○	△	◇	◇	○	◇	◇	●	●	●	●	
28	Elalco Manganese Nickel	Electrical Alloy Co.	»	2,0																		
29	Elalco Mango				5,0																	
				Ni	Cu	Fe	Mn	C+Si														
30	Монель-металл (Monel Metal)	Internat. Nickel Co.	Ni-Cu	67,0	28,0	2,0	2,0	1,0	Обр. и Л.	(p)	(p)	(p)	(p)							(p)	(p)	
31	Advance	Driver Harris Co.		45,0	55,0	—	—	—	—	Обр.												
32	Elalco Ideal	Electrical Alloy Co.		»	45,0	55,0	—	—	—	»												
33	Copel	Hoskins Manuf. Co.		»	45,0	55,0	—	—	—	»												
34	Металл Девиса (Davis Metal)	Chapman Valve Manufacturing Co.	»	29,0	67,0	2,0	1,5	0,5	Л.	(q)	(q)	●								(q)		
				Si	Cu	Mn																
35	Everdur № 50	Dupont Engineer. Co.	Si-Cu	4,5		94,5		1,0	Обр. и Л.			△	△				●	●	●	●	○	○
					Al	Cu	Fe															
36	Ti-Al бронза № 1	Frontier Bronze Corp.	Al-Cu	10,0		90,0		—	Л.	◇	◇	◇										
37	Ti-Al » № 2				10,0		89,0		1,0	Л.	◇	◇	◇									
38	Ampco			Amer. Met. Prod. Co.	»	10,0		82,0		8,0	Обр. и Л.			◇	◇	◇			◇	●	●	◇
				Cr	Fe	Ni	C	Si	Mn													
39	Хромель (Chromel D)	Hoskins Manufacturing Co.	Cr-Fe-Ni	8,0	66,0	26,0	—	—	—	Обр.												
40	» № 502				20,0	55,0	25,0	—	—	—	Л.											
41	Сплав № 193	Driver Harris Co.	»	2,0	Остр.	30,0	—	—	—	Обр.												
42	Elalco Comet	Electrical Alloy Co.		»	5,0	»	30,0	—	—	—	◇	◇	○	○	△	○	○	○	◇	●	●	●
43	Calite A	The Colorizing Co.	»	15,0	»	35,0	0,80	—	—	Л.												
44	» B				18,0	»	6,0	1,50	—	—	»											
45	Металл № 2600 (r)				»	—	—	—	—	—	—	Обр.	(s)								(s)	
46	Resistal № 4 f (r)	Crucible Steel Co.	»	5,5	65,0	22,0	0,15	1,25	—	»			(t)									
47	» № 7 g (r)				»	—	—	—	—	—	»											
48	» № 8 h (r)				»	27,5	Остр.	36,0	0,70	3,25	—	»	(u)	◇		●	○	○	●	●	●	●
49	Металл № 17			Cyclops Steel Co.	»	7,5	»	20,0	0,45	1,00	0,75	»	◇	◇		●	○	○	●	●	●	●
50	Misco Metal	Michig. Steel Cast. Co.	»	15,0	57,5	25,0	0,50	1,50	0,50	Л.												
51	Хромель C (Chrom. C)	Electrical Alloy Co.		»	11,0	25,0	Остр.	—	—	—	Обр.											
52	Нихром	Driver Harris Co.	»	12,0	Остр.	60,0	—	—	—	»				△	△	○	○	△	△	△	△	
53	»				»	16,0	»	66,0	—	—	—	Л.										●
54	Fire Armor	Chrobaltic. Tool Co.	»	18,5	»	61,0	—	—	—	»												
55	Elalco Calido	Electrical Alloy Co.		»	16,0	»	60,0	—	—	—	Обр.	●	●	◇	◇	◇	◇	◇	○	●	◇	●
				Cr	Cu	Ni	Si	Mn	Mo	W												
56	Illium	Standard Calorimeter Co.	Cr-Cu-Ni	21,0	8,0	63,0	0,5	1,5	4,0	2,0	Л.	(v)	(v)	(v)	(v)	(v)	(v)			●	●	
				Cu	Mn	Ni																
57	Манганин (Mangan.)	Driver Harris Co.	Cu-Mn-Ni	84,0		12,0		4,0			Обр.											
				Cu	Ni	Zn	Fe															
58	18% Nickel Silver	Chase Metal Works	Cu-Ni-Zn	66,0	18,0	16,0	—	—	—	Обр.	◇	●	△									
59	Aterite	Aterite Co., Inc.		»	65,0	10,0	23,0	—	2,0	—	»	●	●	●	△							
60	»				»	55,0—36,0	35,0—44,0	5,0	5,0—20,0	—	—	Л.	●	●	●	△						
61	Стеллит	Haynes Stellite Co.	Co-Cr-W	Ряд Co-Cr-W сплавов						Л.	◇	◇			●		△	△			●	

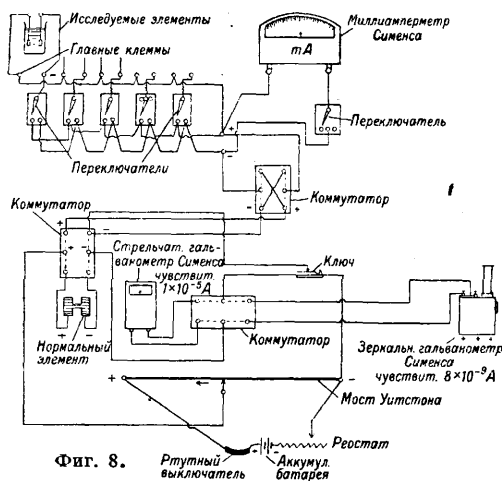


Табл. 3. — Сводная таблица исследований по коррозии металлов. (Продолжение.)

№ по пор.	Название сплава	Группа	Морская вода	Морской воздух	Влажная атмосфера	Влажная атмосфера, содержащая S атмосфера	Грунтовые воды	Хлорная вода	Газы, содержащие CO	Навышн. популстим. t°C продолжит. нагрета при своб. доступе воздуха	Температура плавления, в °C	Плотность	Средн. коэф. терм. расширения, 0—100°C × 10 <sup>-6</sup>	Средн. теплопроводн. при комнатн. t°, в cal/cm <sup>2</sup> ·сек °C	Особые свойства	Примечание
1	Асколей (Ascoley)	Cr-Fe	(b)			(c)	◇	◇	●	800	1493	7,65	—	(d)	Сопрот. расплавлен. Sn, Pb; органич. кислотам, карбонатам, нитратам и сульфатам. См. примечание (o)	●—очень хорошо сопротивляется (служба исчисляется годами). ◇—хорошо сопротивляется (коммерчески выгодная служба). ○—плохо сопротивляется (недолговечная служба).
2	Хромистое железо (Cimet)	»	●	●	●	◇	●	△	●	1 100	До 1450	До 7,8	1,19	(e)	Хорошо сопр. фосфорн. к-те, фруктовой к-те, расплавл. Ag, латуни и расплавлен. солим	△—очень плохо сопротивляется (неприменим совершенно). I—сильно разведенная. II—умеренно разведенная. III—концентрированная. Обр.—механически и термически обработанный. Л.—литой.
3	Нержавеющая сталь	»	◇	●	●	△	△	△	●	—	1 430	7,7	—	—	Очень хорошо сопр. насыщен. или перегретому пару	II—умеренно разведенная. III—концентрированная. Обр.—механически и термически обработанный. Л.—литой.
4	Сталь, сопрот. коррозии	»	◇	●	●	△	△	△	●	—	—	—	—	—	—	—
5	Нержавеющ. сталь (Stainless Steel)	»	◇	●	●	△	△	△	●	15	1 510	7,75	1,03	0,0445	—	—
6	Нержавеющ. железо (Stainless Iron)	»	◇	●	●	△	△	△	●	—	—	—	—	—	—	—
7	Нержавеющ. сталь	»	◇	●	●	△	△	△	●	—	—	—	—	—	—	—
8	Delhi Tough Iron	»	●	●	●	●	●	●	●	1 000	1 510	7,62	—	—	—	—
9	» Hard »	»	△	△	△	△	●	△	●	930	1 510	7,63	—	—	—	—
10	Сильхром (Silchrome)	»	◇	●	●	△	△	△	●	950	1 510	7,60	—	—	—	—
11	» сорт F	»	◇	●	●	△	△	△	●	930	1 510	7,66	—	—	—	—
12	Нержавеющ. сталь низкоуглеродист.	»	●	●	●	●	●	●	●	—	—	—	—	—	—	—
13	Нержавеющ. сталь среднеуглеродист.	»	●	●	●	●	●	●	●	—	—	—	—	—	—	—
14	Нержавеющ. сталь высокоуглеродист.	»	●	●	●	●	●	●	●	—	—	—	—	—	—	—
15	Нержавеющ. сталь Карпентера	»	●	●	●	●	●	●	●	1 000	1 430	7,7	0,99	—	—	—
16	Цимет (Cimet)	Ni-Fe	●	●	●	●	●	●	●	1 150	—	—	—	0,062	—	—
17	30%-ная никелевая сталь	»	●	●	●	●	●	●	●	1 150	—	—	—	—	—	—
18	30%-ная никелевая сталь	»	●	●	●	●	●	●	●	1 150	—	—	—	—	—	—
19	Corgosion	Si-Fe	●	●	●	●	◇	○	—	—	До 1 330	8,02	—	—	—	—
20	Durigon	Si-Fe	●	●	●	◇	◇	○	—	—	1 250	7,00	2,92	0,125	—	—
21	Нихром III (Nichrome III)	Cr-Ni	●	●	●	◇	◇	○	—	—	1 100	1 320	8,5	1,32	0,033	—

22	Нихром IV	Cr-Ni	●	●	●	○	○	1 150	—	8,5	1,32	0,033	—	(l) Потери в мм толщины за 1 мес. при комнатной t° 0,013—0,076.
23	Elalco Rayo	»	●	●	●	○	○	1 100	1 410	8,43	1,35	—	—	(m) Потери в мм толщины за 1 мес. при комнатной t° 1,27—1,52.
24	Karma	»	●	●	●	○	○	1 100	1 415	8,4	1,35	—	—	(n) Потери в мм толщины за 1 мес. при комнатной t° 0,076.
25	Хромель В (Chromel B)	»	●	●	●	○	○	1 100	1 400	8,4	1,6	—	—	(o) Не сопротивл. распл. Zn и CH <sub>3</sub> COOH при 90°.
26	Хромель А	»	●	●	●	○	○	1 150	1 430	8,4	1,6	—	—	(p) Потеря в мм толщины за 1 мес. при комнатной t°: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,53%-ная—0,039; 25%-ная—0,029; 93%-ная—0,419; NH <sub>4</sub> OH (абс.)—0,004; HNO <sub>3</sub> 0,7%-ная—0,059; NH <sub>4</sub> OH 23%-ный—0,060. Кипящ. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1%-ная—0,086; HNO <sub>3</sub> 0,7%-ная—0,508; HCl 0,3%-ная—0,080; HCl 1%-ная при комнатной t°—0,012; HCl 20%-ная при 80°—6,350. Кипящая CH <sub>3</sub> COOH 1%-ная—0,063; 99%-ная—1,016—2,794; NaOH 2,5%-ный—0,0011; 20%-ный—0,0011. Глубина действия в мм после нагрева в течение 2 недель в токе воздуха при температурах: 800°—0,203; 900°—5,588.
27	Сплав № 484 (Alloy № 484)	Mn-Ni	—	—	—	—	—	425	—	—	—	—	—	(q) Потеря в мм толщины за 1 мес. при 60—65° при движении жидкости со скоростью 1 м/сек: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10%-ная—0,010; 30%-ная—0,0069; HCl 10%-ная—0,231; NH <sub>4</sub> OH 10%-ный—0,021.
28	Elalco Manganese Nickel	»	●	●	●	○	○	650	1 430	8,84	1,3	—	—	(r) Сплав № 45 содержит наименьший % Cr и Ni; содержание Cr и Ni в сплаве № 46—промежуточное между № 47 и 48; № 47 имеет наивысший % Cr; № 48—наивысший % Ni.
29	Elalco Mango	»	●	●	●	○	○	650	1 420	8,8	1,3	0,065	—	(s) Потеря в 5%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> за 14 часов при 90°—1,156 мг/см <sup>2</sup> ; 96%-ной HNO <sub>3</sub> за 4 дня при 80°—0,047 мг/см <sup>2</sup> ; лед. CH <sub>3</sub> COOH за 2 часа при 90—100°—0,74 мг/см <sup>2</sup> .
30	Моель-металл (Monel Metal)	Ni-Cu	—	—	—	—	—	800	1 300—1 350	8,80	1,5	0,06	—	(t) Потеря в весе в мг/см <sup>2</sup> после 4 дней при 80°: 10%-ный oleum—0,250; 100%-ная H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> —0,14; 50% В <sub>2</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> —13,36; ледяная CH <sub>3</sub> COOH—0,047 мг/см <sup>2</sup> .
31	Advance	»	●	●	●	○	○	900	—	8,90	—	—	—	(u) Потеря в 5%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> за 14 ч. при 90°—0,982 мг/см <sup>2</sup> .
32	Elalco Ideal	»	●	●	●	○	○	500	1 210	8,90	—	—	—	(v) Потери в мг/см <sup>2</sup> за 1 месяц при 20—30°: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10%-ной—0,291; 95%-ной—0,296; HNO <sub>3</sub> 10%-ной—0,0296; 70%-ной—0,242; HCl 5%-ной—5,13; 25%-ной—38,04; CH <sub>3</sub> COOH 99%-ной—0. При 70—75°: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10%-ной—3,726; 95%-ной—5,13; HNO <sub>3</sub> 10%-ной—1,808; 70%-ной—4,63; HCl 5%-ной—132,66; 10%-ной—166,95; CH <sub>3</sub> COOH 99%-ной—0,603.
33	Copel	»	●	●	●	○	○	—	—	8,87	—	—	—	
34	Металл Девиса (Davis Metal)	»	●	●	●	○	○	—	1 340	8,75	1,44	0,045	—	
35	Everdur № 50	Si-Cu	●	●	●	○	○	—	1 050	8,45	1,7	—	—	
36	Ti-Al бронза № 1	Al-Cu	◇	◇	◇	○	○	—	980	7,45	1,71	—	—	
37	Ti-Al бронза № 2	»	◇	◇	◇	○	○	—	980	7,45	1,71	—	—	
38	Ampro	»	●	●	●	○	○	—	995	7,71	—	—	—	Применим в случаях работы с органич. кислотами, хлоридами и сульфидами
39	Хромель (Chromel D)	»	—	—	—	—	—	600	—	8,26	—	—	—	Как № 25 и 26
40	Хромель № 502	Cr-Fe-Ni	—	—	—	—	—	—	1 430	8,26	1,6	—	—	
41	Сплав № 193	»	○	○	○	○	○	600	—	8,15	—	—	—	
42	Elalco Comet	»	○	○	○	○	○	700	1 480	8,3	1,6	—	—	
43	Calite A	»	—	—	—	—	—	1 150	1 480	7,8	—	—	—	Сопротивл. распл. Pb и солям (за исключен. цианидов) и карбонизирующим веществам
44	Calite B	»	—	—	—	—	—	—	1 480	7,8	—	—	—	Потери в 85%-ной H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> за 6 час. при 90—100° 21,7 мг/см <sup>2</sup>
45	Металл № 2600 (r)	»	—	—	—	—	—	—	1 480	7,76	—	—	—	В 85%-ной H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> потери за 2 часа при 90—100° 0,2 мг/см <sup>2</sup>
46	Resistal № 4 f (r)	»	●	●	●	○	○	980	1 480	7,76	1,61	—	—	Сульфаты и хлориды действуют на эту сталь
47	» № 7 g (r)	»	●	●	●	○	○	1 150	1 480	7,76	1,61	—	—	
48	» № 8 h (r)	»	●	●	●	○	○	—	1 480	7,76	1,61	—	—	
49	Металл № 17	»	●	●	●	○	○	—	—	8,00	1,68	—	—	
50	Misco Metal	»	—	—	—	—	—	—	—	7,65	—	—	—	
51	Хромель С (Chromel C)	»	—	—	—	—	—	1 000	1 430	8,26	1,6	—	—	Как № 25 и 26
52	Нихром	»	●	●	●	○	○	—	1 300	8,15	1,22	0,033	—	Сопротивл. молочной к-те и распл. Ag и Sn; не сопротивл. распл. натр. соед., особенно карбонатам
53	Нихром	»	●	●	●	○	○	1 000	1 260	8,06	—	0,033	—	
54	Fire Armor	»	●	●	●	○	○	1 290	1 440	8,0	1,4	—	—	
55	Elalco Calido	»	●	●	●	○	○	1 000	1 400	8,15	1,3	—	—	
56	Illum	Cu-Cu-Ni	●	●	●	○	○	—	1 300	18,3	1,35	—	—	
57	Манганин (Manganin)	Cu-Mn-Ni	—	—	—	—	—	—	—	8,15	—	—	—	
58	18% Nickel Silver	Cu-Ni-Zn	◇	◇	●	○	○	—	1 110	8,75	—	—	—	
59	Aterite	»	●	●	●	○	○	—	1 305	8,57	1,65	0,077	—	Сопротивл. перегретому пару до 875°
60	Aterite	»	●	●	●	○	○	—	1 540	8,48	1,48	0,045	—	Очень хорошо сопротивл. иоду и 10%-ной трихлоруксеной кислоте
61	Стеллит	Co-Cr-W	●	●	●	○	○	1 000	>1 230	8,29÷9,3	1,36	—	—	

с постоянной влажностью и периодическим обрызгиванием образцов—дает хорошие результаты при массовых сравнительных ис-



Фиг. 8.

пытаниях. К стандартизации исследовательских методов пока еще не приступлено (за исключением нек-рых попыток в Америке).

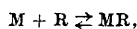
**Выбор металлов.** В табл. 3 даны главные результаты исследований (главн. обр. американских) наиболее важных сплавов. Из сказанного выше ясно, что материала, абсолютно устойчивого по отношению к всевозможным условиям коррозии, не существует. Поэтому при выборе материала необходимо в каждом отдельном случае учитывать все данные: наибольшую химическую и механическую устойчивость, способы обработки, стоимость и другие факторы.

### Коррозия металлов газовой [2].

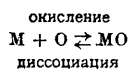
Газовой К. называют химич. разрушение металлов под воздействием газов и паров при высоких  $t^\circ$ . Принципиальное отличие газовой К. от обычной К. в электролитах и парах при низких  $t^\circ$  заключается в том, что первая не представляет специфически электрохимич. процесса, т. е. не сопровождается обязательно переносом определенных количеств электричества в металле от одного участка металла к другому. Т. о. газовая К. является чисто химич. гетерогенным процессом, в котором участвуют по крайней мере три фазы: металл (твердая фаза), пограничный слой продуктов К. (твердая фаза) и газ (газообразная фаза). С точки зрения современной теоретич. химии газовая К. представляет весьма сложный случай гетерогенной химич. реакции (превращения решетчатого металла в решетку твердых продуктов К.—напр. окислов), часто сопровождаемой кроме того рядом побочных процессов (образование газообразных продуктов реакции, взаимодействие твердых продуктов реакции и др.). Практич. значение газовой К. весьма велико, так как сюда относятся многие случаи разрушения металла в условиях эксплуатации, напр.: газовая К. выхлопных клапанов авто- и авиамоторов, разрушение печной арматуры, соприкасающейся с раскаленными газами, газовая К. химич. аппаратуры, работающей при высокой  $t^\circ$  и давлении (синтез

аммиака), окисление проволоки, служившей для обмотки электрич. печей сопротивления, окисление металлов при различных процессах термообработки и горячей механич. обработки и т. д. Систематич. исследование газовой К. только еще начинается. Как с теоретической, так и с практич. точки зрения наибольший интерес представляют процессы окисления металлов при высоких  $t^\circ$ .

Все факторы, влияющие на процесс газовой К., могут быть разделены: 1) на внутренние (относящиеся к металлу)—природа атомов (ионов), входящих в состав металла, их взаимное расположение, структура металла при данных условиях, состояние поверхности и 2) внешние (относящиеся к внешней среде)—природа атомов, молекул, ионов газа или пара, физико-химич. его состояние, температура, давление, скорость газа относительно металла. В общем случае процесс коррозии можно выразить уравнением обратной реакции



где М—металл, а R—газ. Направление этой реакции зависит от физич. условий, в первую очередь от  $t^\circ$  и давления. Для случая окисления металла



окисление будет происходить только в том случае, если давление (или соответственно концентрация) газообразного кислорода будет превосходить упругость диссоциации окисла. После образования на металле в первый момент процесса пленки из продуктов К. (напр. окислы) скорость диффузии газа через эту пленку, в зависимости от физико-химическ. свойств ее, будет важнейшим фактором, определяющим общую скорость процесса. Возможность образования на металле сплошной пленки определяется отношением  $\frac{Wd}{wD}$ , где W—мол. в. окисла (или в общем случае продуктов К.), w—атомн. вес металла, d—плотность окисла, D—плотность металла. Если отношение это больше 1, то слой окисла м. б. сплошным; если меньше 1, то пленка не м. б. сплошной. На физич. состоянии пленки, и в особенности на ее непрерывность, влияют также газы, образующиеся в процессе К. (напр. CO и CO<sub>2</sub> при окислении стали) и ведущие часто к разрывам пленки, а также соответствие термич. коэф-тов расширения пленки и металла и сопутствующие механич. влияния. Для чистых металлов Пиллинг и Бедвортс (1923) выводят теоретически следующую зависимость коррозии от времени, считая, что диффузия, а следовательно и коррозия, обратно пропорциональна толщине пленки:

$$W^2 = kt,$$

где W—мера К. (напр. количество израсходованного кислорода), k—константа скорости коррозионного процесса и t—время. Зависимость константы скорости коррозии от темп-ры выражается следующим ур-ем:

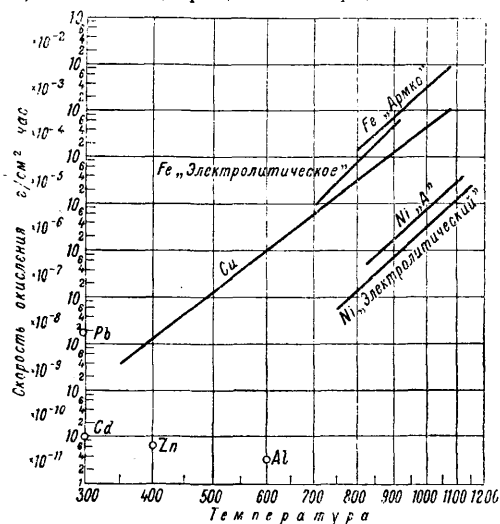
$$k = AT^n,$$

где T—абс. темп-ра, A и n—постоянные. Наконец скорость диффузии кислорода в дан-

ный момент  $D$ , а следовательно и скорость  $K$ , может быть выражена след. формулой:

$$D = \frac{c(V_2 - V_1)}{H \cdot U}$$

где  $c$ —коэф. пропорциональности,  $V_1$ —концентрация (или соответствующее давление  $P_1$ ) кислорода в реакционной зоне, т. е. на границе металл—окисел,  $V_2$ —концентрация (или соответствующее давление  $P_2$  кислорода) в зоне адсорбции кислорода пленкой,



Фиг. 9.

т. е. на границе окисел—газ,  $U$ —удельная сопротивляемость пленки диффузии,  $H$ —толщина пленки.  $U$  м. б. вычислена из экспериментальных данных. Процессы газовой  $K$  металлов и сплавов в действительности лишь приблизительно следуют вышеприведенным уравнениям, в особенности если основному процессу  $K$  сопутствуют усложняющие побочные реакции. На фиг. 9 изображены скорости окисления чистых металлов в зависимости от  $t^\circ$ , полученные Пиллинггом и Бедвортсом, а в табл. 1—данные из работы

ра, первый метод дает более удовлетворительные результаты.

Газовая  $K$  сталей представляет особенный практич. интерес, т. к. стали (и никелевые сплавы) лучше других металлов сохраняют механич. свойства при высоких  $t^\circ$  и поэтому могут в этих условиях широко применяться. Скорость  $K$  в очень большой степени зависит от химич. состава сталей. Вообще металлич. примеси, дающие с основным металлом твердые растворы, увеличивают стойкость последнего, в особенности если сами примеси способны давать хорошие защитные пленки. Наилучшее действие оказывает хром, затем никель. Добавки к высокохромистым или к высокохромоникелевым сталям кремния, вольфрама и некоторых других металлов еще более увеличивают их стойкость. Сплавы с никелевой основой вместо железа сопротивляются окислению лучше сталей (нихромы). Железоалюминиевые сплавы и железокремнистые сплавы при высоком содержании алюминия и кремния хорошо сопротивляются окислению при не слишком высоких  $t^\circ$  вследствие образования прочных пленок окислов. Вообще каждый металл и сплав обнаруживает специфические свойства по отношению к различным газовым смесям и различным  $t^\circ$ -ным условиям.

Структура сплава при данной  $t^\circ$  влияет на скорость  $K$ . Однородная структура (твердые растворы) благодаря равномерному распределению различных атомов (ионов), составляющих металл, образует в большинстве случаев однородные сплошные пленки; сложная структура, наоборот, на различных составляющих будет давать пленки разного состава с различными свойствами; возможность разрывов пленки поэтому увеличивается. По опытам Г. Акимова закалка углеродистой стали повышает ее способность сопротивляться окислению в интервале  $t^\circ$  200—350°. Состояние поверхности (грубообработанная, полированная) не влияет на скорость окисления. Деформации увеличивают скорость окисления металла (Г. Акимов), в особенности же полученные в результате сильных динамич. воздействий (Головин). На фиг. 10

Табл. 1.—Газовая коррозия чистых металлов в различных газах.

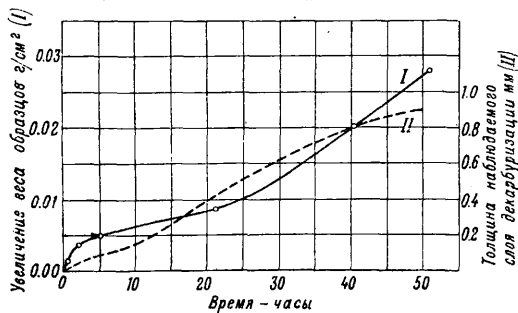
Металлы	O <sub>2</sub>				H <sub>2</sub> O				CO <sub>2</sub>				SO <sub>2</sub>				
	700°	800°	900°	1000°	700°	800°	900°	1000°	700°	800°	900°	1000°	700°	800°	900°	1000°	
Железо . .	51.1	59.5	124.3	141.6	62.2	84.7	57.5	(?)	178.4	58.7	72.2	113.3	175.5	35.4	79.1	*1	*1
Хром . . .	0.47	0.97	2.24	6.31	0.05	0.37	1.17	2.11	0.27	0.33	1.33	3.1	0.16	0.39	3.25	3.57	
Никель . .	0.96	1.15	2.82	9.69	0.34	0.42	1.38	4.38	0.4	0.87	3.56	4.56	92.3	366.7**	83.7**	2.6**	
Кобальт . .	3.72	4.39	93.1	119.5	0.81	0.82	25.9	73.5	2.68	5.4	44.3	15.0	59.8	102.8	163.3	289.8	
Медь . . .	12.0	19.0	44.0	—	3.2	12.7	15.3	—	6.6	9.9	12.3	—	0.12	0.13	0.19	—	
Вольфрам	46.2	275.4	376.2	—	2.1	17.7	179.2	—	13.9	20.3	13.9**	—	47.0	72.8	29.0**	—	

\*1 Образец прородирован нацело. \*2 Часть продуктов  $K$  улетучивается. \*3 Продукты  $K$  легко распадаются. \*\* Продукты  $K$  удерживаются на поверхности образца. \*\*\* Продукты  $K$  очень плотно пристают к металлу.

В. Гадфильда, 1927 г. (числа показывают увеличение в весе образцов в  $мг/см^2$  за 24 часа). Практически газовая  $K$  может быть выражена или относительным увеличением веса образца на единицу поверхности за определенное время (сохраняя продукты  $K$  на образце) или соответственно уменьшением в весе (после удаления продуктов  $K$ ). По данным авто-

изображены кривые, выражающие процесс окисления углеродистой стали (0,6% C;  $t^\circ = 800^\circ$ ), а на фиг. 11—сильхромовой стали (0,4% C; 9,5% Cr; 4,0% Si)—в сухом воздухе. Зависимость  $K$  от темп-ры представлена на фиг. 12 и 13; на фиг. 12 даны кривые  $K$  углеродистой стали (0,6% C) в воздухе (время—5 час.; I—сухой воздух; II—воздух, на-

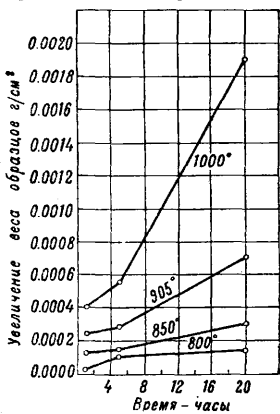
сыщенный паром при комнатной темп-ре); на фиг. 13—К. сталей в кислороде [I—углеродистая сталь (0,17% C); II—чугун (3,2% C; 1,1% Si); III—высококремнистое железо



Фиг. 10.

(0,8% C; 14,3% Si); IV—высоконикелевая сталь (0,24% C; 36,9% Ni); V—высокохромистая нержавеющая сталь (0,3% C; 13,1% Cr; 1,3% Si); VI—сталь V2A (0,12% C; 17,5% Cr; 8,0% Ni); VII—высокохромистая нержавеющая сталь (0,09% C; 18,5% Cr; 0,37% Si). Перегиб кривой для углеродистой стали в области  $t^{\circ}$  800—850° объясняется критическ. точкой стали. Т. о. переход всей структуры в аустенитную сопровождается относительным увеличением стойкости против окисления.

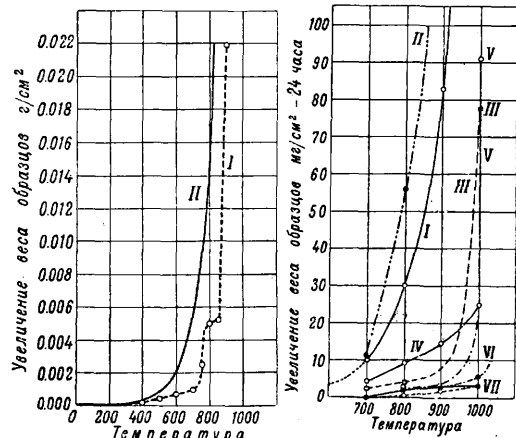
Состав газовой фазы в очень значительной степени влияет на К. сталей. Сильными коррозионными свойствами обладают  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$  и  $H_2O$  (пар);  $CO$  и  $H_2$ , наоборот, восстанавливают окислы;  $N_2$  почти не действует на металл,  $NH_3$  производит нитрирование стали. Воздух, насыщенный парами воды (при обычной температуре), в области температур 800—1000° действует на углеродистую сталь в 5—8 раз сильнее, чем высушенный при помощи  $H_2SO_4$  и  $CaCl_2$ . Согласно теории газовой К., если давление корродирующего агента превосходит критическое (что в большинстве случаев имеет место в практических условиях К.), то дальнейшее увеличение давления уже слабо повышает скорость К. Скорость газа весьма слабо влияет на К., исключая такие скорости, которые уже приводят к эрозионным воздействиям на защитную пленку металла.



Фиг. 11.

Механич. деформации в процессе газовой К. (напряженный металл) в большой степени увеличивают скорость К., что связано в первую очередь с нарушением непрерывности защитных пленок. При этом весьма часто К. распространяется особенно сильно по грани-

цам зерен металла (интеркристаллитная К.). Последняя наблюдается также для стали при темп-ре свыше 1100°, что связано по-видимому с процессами выгорания углерода.



Фиг. 12.

Фиг. 13.

Интеркристаллитная К. установлена также и для никеля (Роудон). В табл. 2 приведены сравнительные данные газовой К. для раз-

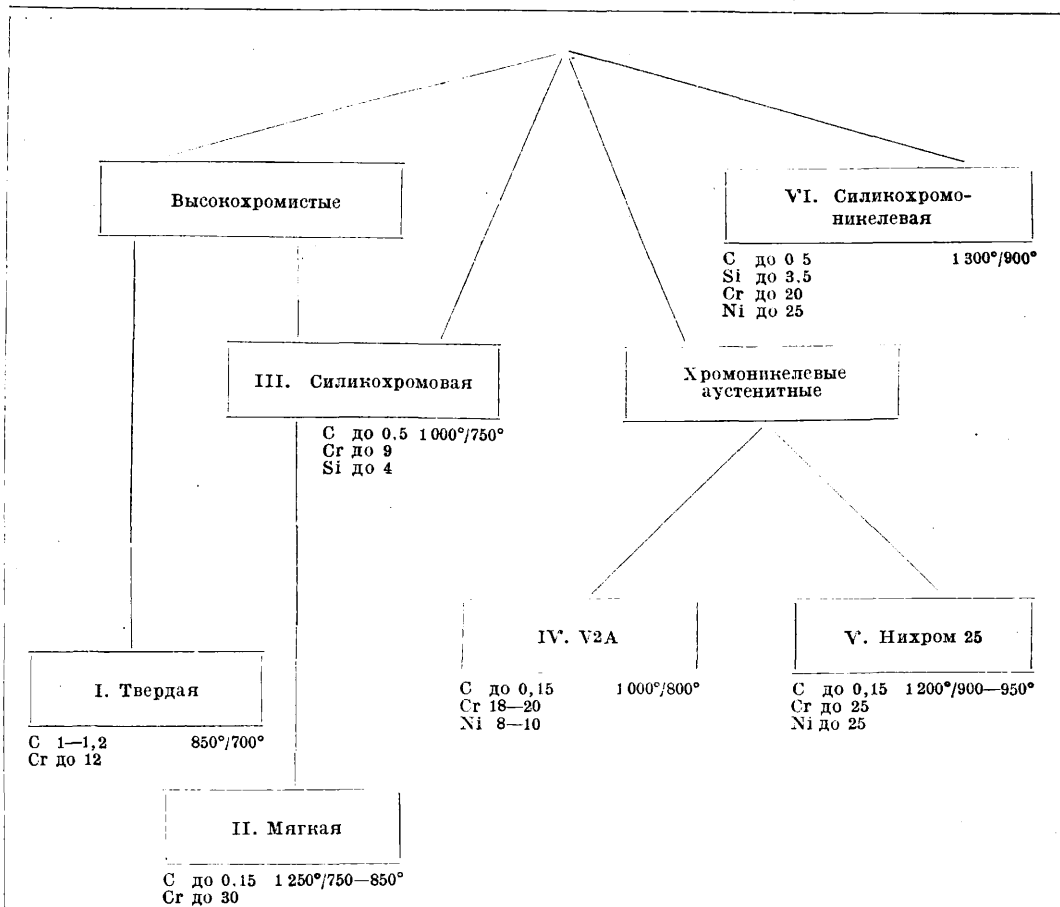
Табл. 2.—Газовая коррозия сталей в воздухе по Диккенсону (1922 г.).

Марка	Сталь	Скорость окисления в г/дм. <sup>2</sup> в час					
		575°	725°	875°	945°	1025°	1100°
MC	Углеродистая, 0,3% C . . . . .	0,0027	0,018	0,100	0,160	0,37	0,55
G	Хромоникелевая . . . . .	0,0027	0,014	0,080	0,130	0,32	0,60
N	Никелевая, 25% Ni . . . . .	0,0005	0,005	0,054	0,100	0,21	0,41
HSO	Быстрорежущая . . . . .	0,0011	0,006	0,054	0,095	0,25	0,47
NB	Высокохромистая, 14,7% Cr . . . . .	—	0,001	0,007	0,017	0,14	0,27
Vicro	Нихром, 12% Cr; 65% Ni . . . . .	—	—	0,0011	0,0014	0,002	0,008

личных сплавов. На схеме показан сортимент нержавеющей жароупорных сталей, причем составы их в % указаны приблизительно (подробнее см. *Стали нержавеющей и Спр. ТЭ*, т. II); цифры справа под прямоугольниками указывают приблизительные предельные  $t^{\circ}$  для каждого сорта стали: числитель дроби указывает допустимый для металла предел  $t^{\circ}$  в отношении газовой К., знаменатель—предельную темп-ру, выше к-рой механические свойства стали принимают весьма низкие значения. Пояснение к схеме—вид применяемых сталей и главные изделия из них—приведено ниже.

Для защиты металлов от К. применяют различные жароупорные эмали (см.) и краски, но наилучшие результаты дает алитирование, или колоризация, состоящее в том, что на стальном изделии при помощи специальных процессов создают пленку из сплава железа с алюминием. В настоящее время имеется несколько способов алитирования. Наиболее распространен следующий: изделие помещают в ящик со смесью из порошкообразного алюминия и окиси алюминия и нагревают до темп-ры 950°. В ящике поддерживается восстановительная атмосфера; процесс ведется примерно 5 часов. Алюминий диффундирует в сталь; и на поверхности изделия образуется пленка спла-

## Жароупорные стали.



№ по схеме	Вид материала	Изделия
I	Полосы прокат., кованные детали	Детали механизмов, клапаны моторов
II	Литье, полосы прокат., кованные изделия	Химич. и печная арматура, детали механизмов, отжигательные ящики, тигли
III	Литье, полосы прокат., кованные изделия	Всевозможные литые детали, печная арматура, клапаны моторов, детали механизмов
IV	Прокатный сортимент, трубы, литье, кованные и штампован. детали, листы, проволока	Литые, сварные, кованные изделия, муфели, трубчатые аппараты, реторты, тигли, арматура
V	Прокатный сортимент, трубы, листы, кованные и штампов. изделия, проволока	Тигли, муфели, реторты, трубчатые аппараты, отжигательные ящики, трубки для пирометров, проволока сопротивления, сварные аппараты
VI	Прокатные полосы, кованные изделия, литье	Детали механизмов, клапаны моторов, химич. и печная арматура, отжигательные ящики и тигли

ва. При работе такого изделия в окислительной атмосфере при высокой  $t^\circ$  внешний слой металла, богатый алюминием, образует прочную защитную пленку сложных окислов с высоким содержанием  $Al_2O_3$ . Так как между основным металлом и внешней пленкой, поз-

же переходящей в окислы, существует постепенный переход, то защитная пленка весьма прочно удерживается на металле. Алитирование широко применяется как в З. Европе, так и в Америке для защиты от газовой К. печных решеток, тиглей, отжигательных

ящиков, печной арматуры и т. п. Считают, что  $t^{\circ}$ -ный предел применения алитированной углеродистой стали равен 950—1 000°. Срок службы алитированных изделий увеличивается сравнительно с неалитированными в десятки раз. Алитированию с успехом подвергаются нержавеющие стали. Алитирование конечно может быть применяемо только для изделий, не испытывающих различных механических воздействий во время работы, т. к. последние разрушают защитную пленку. Исследования показали также применимость для защиты стали диффузионных пленок Fe-Cr, получаемых при помощи процесса, аналогичного алитированию.

*Лит.:* 1) Григорьев К. П., Коррозия металлов и борьба с ней, Труды I Всесоюз. совещания по цветным металлам. М.—Л., 1925; Изагарышев Н., Болезни металлов и средства их сохранения, Москва 1922; Акимов Г., Защита легких алюминиевых сплавов от коррозии при помощи цинка, «Труды ЦАГИ», М., 1929; Гоен Е., Борьба со ржавчиной и протравлением в паровых котлах, перевод с франц., Москва, 1925; Evans U. R., Corrosion of Metals, L., 1924 (с есть нем. перевод); Speller F. N., Corrosion Causes and Prevention, New York, 1926; Calcott W. S., Whetzell J. C., a. Whittaker H. F., Monograph on Corrosion Tests a. Materials of Construction for Chemical Apparatus, N. Y., 1923; Hamlin M. L. and Turner F. M., Chemical Resistance of Engineering Materials, New York, 1923; Моуренну J. H., Stainless Iron and Steel, L., 1926 (с есть немецкая переработка книги); Tungay S. J., Acid-resisting Metals, L., 1925; «Corrosion and Metallschutz», ab 1924; «Ztschr. f. Metallkunde», B.; «Ztschr. f. physik. Chem.», Stöchiometrie u. Verwandtschaftslehre, Lpz.; «Ztschr. f. Elektrochemie u. ang. phys. Chemie», Leipzig; «Journ. of the Amer. Chemical Soc.», Wash.

2) Pilling N. B. and Bedworth R. E., The Oxidation of Metals at High Temperatures, «Journal of the Institute of Metals», London, 1923, 1, p. 529; Dickenson J. H. S., «Journal of the Iron and Steel Inst.», L., 1922, v. 106, 2, p. 103; Hadfield W. H., Heat Resisting Steels, ibidem, 1927, v. 115, 1, p. 483; 1928, v. 117, 1, p. 573; Utiada Y. a. Saïdo M., «Science Report of the Tôhoku Imperial University», 13, 1925, реферат в «Revue de Métallurgie», P., 1926, 5; Тамман Г., «Ztschr. f. anorg. u. allg. Chem.», Lpz., 1920, B. 111, p. 78; 1922, B. 123, p. 196; Тамман Г., Lehrbuch d. Metallographie, 3 Aufl., p. 51, Lpz., 1923; Pfeil, The Oxidation of Iron a. Steel at High Temperatures, «Journ. of Iron a. Steel Inst.», London, 1929, v. 119, 1, p. 501; Symposium on the Corrosion Resistant, Heat-Resistant a. Electrical Resistant Alloys, Philadelphia, Pa., 1924; Rawdon H. S., Protective Coatings, N. Y., 1928. Г. Анимов.

**КОРУНД**, минерал гексагональной системы; встречается обыкновенно в виде боченкообразных кристаллов разных размеров. К. представляет собою чистый глинозем— $Al_2O_3$  (O—47,1%, Al—52,9%). Твердость—9; удельный вес—4. Цвет серый, красный, синий. Синий прозрачный корунд называется сапфиром, красный прозрачный—рубином. Зернистые массы корунда в смеси с  $Fe_3O_4$  и с небольшими количествами  $SiO_2$  и  $H_2O$  называются наждаком.

Генетически К. связан с гранитными породами, где встречается вместе с полевым шпатом, слюдой в пегматитовых жилах. Реже он встречается в зоне анаморфизма в мраморах и доломитах. Из месторождений СССР наиболее значительными считались уральские (Приирятшский район, куда входят месторождения Теченское, Кизылташское, Иртышское и др.). В настоящее время Урал теряет свое значение в наждачно-корундовой промышленности в виду малых размеров месторождений, а также и низкого качества пород, выявленных новейшими исследованиями. Всего по Приирятшск. району исчислено запасов 12 500 т. Напротив, в Казахской

АССР с изучением месторождения Семизбугу перспективы корундовой промышленности сильно возросли. Корундовые породы Семизбугу отличаются большой чистотой и представляют несомненный интерес для внутреннего рынка в виду сравнительно недорогой стоимости перевозки. Запас корундового штока, разведанного на 5 м глубины, равен 21 600 т (общая площадь разведанного штока—1 200 м<sup>2</sup>). Кроме того в россыпях корундовых пород, занимающей площадь в 190 000 м<sup>2</sup>, разведанные запасы корунда равны 40 500 т. К ю.-в. от Каркаралинска было открыто новое, значительно меньшее, месторождение в урочище Калак-гас. В Узбекистане месторождения наждака в горном хребте Актау напоминают уральские и имеют чисто местное значение.

За границей месторождения К. наиболее известны в Канаде (Онтарио) и других местностях Сев. Америки (Массачузетс, Георгия, Сев. Каролина). Заслуживает внимания месторождение в Монтане, где добывалось большое количество крупнокристаллич. К. В Южной Африке известны значительные месторождения в Трансваале (Pietersburg и Zoutspanberg). На одном из островов греческого архипелага, на о-ве Наксосе, известно самое большое в мире месторождение наждака. В Индии добывается помимо абразивного и ограниченный, так наз. драгоценный К. (сапфиры и рубины). Мировая добыча К. возросла, несмотря на усилившееся потребление искусственных шлифовальных материалов. Особенно усилилась добыча К. в Ю. Африке. В табл. 1—3 приведены данные о добыче и ввозе К. и наждака.

Табл. 1.—Мировая добыча корунда и наждака в т.

Страны	1925 г.	1926 г.	1927 г.
СССР — корунд . . . . .	720	883	2 678
» наждак . . . . .	4 065	6 412	4 076
Германия (Бавария) — наждак . . . . .	370	375	
Греция — наждак . . . . .	20 354	27 240	15 848
США — наждак . . . . .	698	350	459
Ю.-Африк. Союз — корунд . . . . .	1 663	5 439	965
Ю. Родезия — корунд . . . . .	44	39	
Малагаскар — корунд . . . . .	206	121	145
Турция — наждак . . . . .	6 532	3 802	
Брит. Индия — корунд . . . . .	10	28	66
Австралия — наждак . . . . .		52	
Итого	корунда . . . . . 2 643	6 510	
	наждака . . . . . 32 019	38 231	

Табл. 2.—Добыча корунда и наждака в СССР в т.

Районы и месторождения	1923/24 г.	1924/25 г.	1925/26 г.	1926/27 г.
Европейск. часть СССР:				
Уральская область				
Борзовское . . . . .	1418,3	704,5	865,9	808,4
Кизылташское . . . . .	20,0	163,8	6 067,5	1 828,0
Теченское . . . . .	8,2	1 901,5		790,0
Иртышское . . . . .	—	—	330	1 457,5
Полевской дачи . . . . .	—	—	14,7	60,6
Башкирская АССР				
Ильменское . . . . .	13,7	15,8	17,5	33,6
Казахская АССР				
Семизбугу . . . . .	—	—	—	1 835,5
Всего . . . . .	1 460,2	785,6	7 295,6	6 753,6

Табл. 3. — Ввоз в СССР наждака и корунда в т.

Вид материала	1913 г.	1923/24 г.	1924/25 г.	1925/26 г.	1926/27 г.
В кусках:					
наждак	1 832	43	0	0	0
корунд					
Молотый:					
наждак	880	183	263	93	128
корунд	653				

Цены в 1927 году были: на южноафриканский корунд (крупнозернистый)—54 фн. ст. за кор. т; на турецкий и греческий наждак 16—17,50 фн. ст. за т.

Корунд применяется в качестве одного из природных абразивных материалов (см.) и в ювелирном деле (см. Драгоценные камни).

Лит.: Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и сельском хозяйстве, «Годовой обзор минер. ресурсов СССР за 1926/27 г.», стр. 511—512, Л., 1928 (литература); «НИИ», т. 1, стр. 33—34 (литература); Коптевы-Дворниковы Е. и В., Некоторые новые данные о корундах Урала, «МС», 1929, 7; Pratt J. H., «U. S. Geol. Survey, Bull.», Wash., 1906, 269; Hall A. L., «South Africa Geol. Survey, Memoirs», Pretoria, 1920. Н. Федоровский.

**КОРЧЕВАНИЕ ПНЕЙ.** Способы К. п. можно разбить на следующие главнейшие категории. 1) Удаление пней простейшим орудием—рычагом (вагой), применимо при корчевании небольших пней с неглубокой корневой системой; развиваемое при работе рычага усилие в зависимости от устройства колеблется от 2,5 до 4 т. 2) Корчевание б. или м. сложными машинами, действующими по принципу: а) винта (машина Листа, Беннета и др.), б) системы зубчатых колес (машина Шустера, домкраты), в) рычага, входящего составной частью в механизм машины (машина Девис-Беннета, фрикционная машина Фаркуера), и г) гидравлич. пресса (машина Мальсбурга); усилия в этих машинах весьма разнообразны: машина Шустера развивает силу до 5 т, машина Девиса-Беннета до 16 т, машина Мальсбурга до 25 т. 3) Корчевание вóротама (машины: Беннета, Фатлес, Пипера, Мильна, «Монарх», «Геркулес»); эти машины получили в настоящее время наибольшее распространение. 4) Удаление пней взрывами.

Успешность применения всех перечисленных способов зависит: а) от свойств грунта—его связности и от тех факторов, к-рые эту связность изменяют в ту или другую сторону; успешность работ растет от тяжелых глинистых почв, через суглинки и супеси, к боровым пескам; наибольшим усилий требует К. п. на сухих глинистых и на промерзших мокрых почвах; б) от глубины почвы, поскольку эта глубина определяет длину корней; в) от свойств тех пород, пни к-рых корчуются; легче всего корчуются пни древесных пород с поверхностной, неглубокой корневой системой (ель, пихта, осина, ольха, береза и другие) и труднее всего—пни пород с глубоко уходящими в почву стержневыми корнями (дуб, сосна, лиственница и др.); следует однако отметить, что на мелких почвах с каменной подпочвой, с близкими грунтовыми или застойными водами корневая система всех древесных пород приобре-

тает стелющийся поверхностный характер; г) от состояния, в к-ром находятся корчюемые пни,—свежие пни корчуются много труднее, чем пни деревьев, срубленных несколько лет тому назад, и д) от диаметра пня.

Приведенными условиями определяются выбор приема корчевания, а также и время производства самой операции. При корчевании толстых пней пород со стержневыми корнями следует применять, особенно при обширных расчистках, более сильные машины—вóроты, а самые работы выполнять весной, когда почва уже оттаяла, но не высохла. На расчистках мелкого леса выгоднее ограничиться простейшими орудиями корчевания. Весьма существенную операцию при К. п. каким бы то ни было способом представляет обрубка тяжелым топором или широкой, острой мотыгой боковых корней удаляемого пня: обрубка разрушает связь пня с почвой, мешает образованию больших земляных глыб при выворачивании пня, уменьшая тем самым последующую работу по заравниванию ям на месте выкорчеванных пней. Для удобства работы топоры следует насаживать на длинные топорница; обрубку корней следует вести поближе к местам выхода корней из пня.

При корчевании пней рычагом, последний применяют или в ручную или с лошадиной тягой.

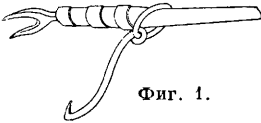
В первом из упомянутых двух случаев, когда рычаг применяют вручную, его подводят заостренным концом под один из наиболее прочных корней пня и, подложив под работающий конец рычага поближе к пню обрубку дерева (упор), нажимают на свободный конец его; после нескольких перестановок рычага извлекают пень из земли. При выкорчевывании пней рычагом требуется, чтобы 1—2 человека находились у рычага, а один у пня. Самый рычаг делают из дерева упругой породы, длиной от 4 до 5 м, толщиной ок. 15 см; комлевой конец рычага затесывают. Во избежание соскальзывания заостренный конец оковывают полосовым железом толщиной в 5 мм, а железную оковку, лежащую по верхней грани конца, зазубривают. Более успешно К. п. идет при работе одновременно двумя рычагами. Неудобство описанного простого рычага притекает от его длины: при работе противоположный от пня конец рычага приходится весьма высоко поднимать, причем рычаг легко скользит по упору. Для устранения этого недостатка В. Ключарев видоизменил работающий конец рычага, снабдив его вместо простой оковки прочным железным крюком, а для зацепления за пень приспособил особый якорный крюк, соединяемый с крюком рычага при помощи разборной цепи. Для облегчения передвижения рычага употребляют колеса, которые в известной степени, именно при корчевании небольших пней  $\varnothing$  15—20 см, могут служить и упором для рычага. Более сложные рычаги Менара и Бажака применимы только при корчевании небольших ( $\varnothing$  до 12—15 см) пней. Продуктивность работы рычагами, по Е. П. Жуковскому, выразилась следующими числами выкорчеванных пней, приходящимися на 1 чел. в день в зависимости от диам. пней (в см).



Диам. пней	Число пней	Диам. пней	Число пней	Диам. пней	Число пней
9	96,6	44	3	80	0,12
13	44	49	2,5	84	0,6
18	24,6	53	2	89	0,6
22	15	57	1,4	93	0,52
27	9,4	62	1,2	98	0,48
31	6,6	67	1	102	0,44
36	5	71	0,9	107	0,30
40	3,7	56	0,8		

Расход рабочей силы на 0,09 м<sup>2</sup> площади сечения пня определяется 0,15 чв-д. при пнях  $\varnothing 8 \div 22$  см и до 0,35 чв-д. при пнях  $\varnothing 100$  см и более. Отклонения в сторону увеличения или уменьшения от средних величин м. б. допущены от 20 до 50%.

Во втором случае рычаг рабочим концом прикрепляют при помощи цепи с крюком к пню и, перемещая лошадиной тягой рычаг в горизонтальном направлении вокруг пня как оси, выкручивают пень из земли. К таким машинам принадлежит американ. корнер. При пнях диам. 35 см этим снарядом можно извлечь в день до 70 пней. Простым прибором в этом же роде является лесной зубодер, или вертелка, пригодный однако только для небольших пней (фиг. 1).

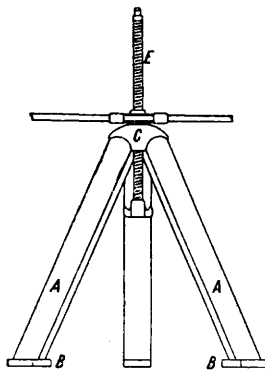


Фиг. 1.

О машинах, служащих для корчевания стоячих деревьев, см. *Валка деревьев*.

К более сложным корчевальным приборам принадлежат машина Листа и французская корчевальная машина; обе они построены на принципе работы винта.

Машина Листа (фиг. 2) состоит из стоек А с упорными подушками В внизу, а сверху с чугунной насадкой С, через к-рую пропущен вертикальный винт Е с крупной прямоугольной нарезкой. Винт Е на нижнем конце имеет два крюка, к к-рым прикрепляется цепь для подхватывания пня. На винте Е имеется гайка с храповыми зубьями с наружной стороны. Гайка заключена в чугунную зажимную коробку. Снаряд приводится в движение при помощи рычагов, свободно продвигающихся в кольцах. Для работы его устанавливают над пнем, под лапы которого пропускают цепи. Подъемная сила машины может достигнуть 24 т. Недостатком машины, общим для машин 2-й группы, являются громоздкость, большая потеря времени на установку; специальным дефектом винтовых машин является значительная потеря на трение при работе винта.

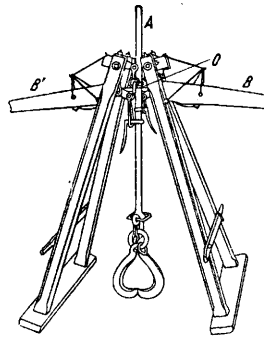


Фиг. 2.

В машине Шустера цепь, к-рая прихватывает клещами пень, наворачивается на горизонтальный вал, приводимый в движение бесконечным винтом от рукоятки. Подъемная сила достигает 5 т, а производительность в рабочий день—40÷50 пней диаметром до 22 см. Недостатки машины—недостаточная длина цепи, малая высота подъема, возможные нарушения сцепления бесконечного винта с зубчатым колесом. От этих недостатков свободна корчевальная машина Фаркуера (фиг. 3). Опуская и поднимая попеременно рычаги В и В', благодаря трению стерж-

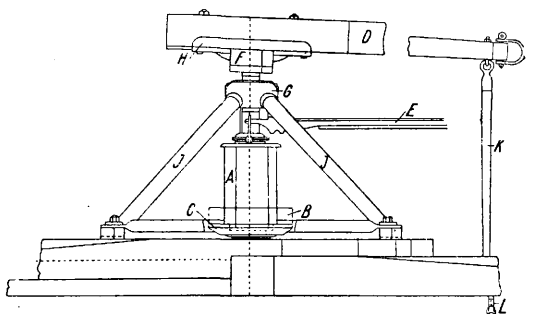
ня А о кольцо О, можно поднимать стержень вверх и за ним поднимать подхваченный стальными клещами пень. При длине рычагов 3,5 м сила, действующая на ось стержня, в 123 раза больше силы, приложенной к концу рычага. Производительность машины при 4 рабочих—до 24 пней диаметром 22—27 см. Машина Девис - Беннета распространения не получила из-за целого ряда недостатков, крайне понижающих производительность машины (малоподвижность, неудобство работы, громоздкость).

К 3-й группе машин принадлежат корчевальные ворота, работающую часть которых размещают при к. п. не под удаляемым пнем, как это имеет место в описанных выше машинах, а в некотором отдалении. Поэтому ворота действуют в горизонтальном направлении, валя пень на бок и одновременно вытаскивая его при помощи канатов, цепей или тросов, наматываемых обычно на вертикальный вал ворота. Отсюда—не-



Фиг. 3.

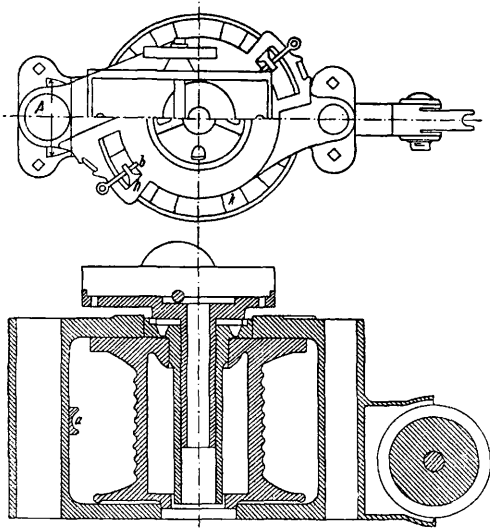
обходимость прочно укреплять ворот на земле или при помощи кольев, забиваемых в грунт, или (что чаще) прикреплением ворота к якорному пню. Преимущество этих машин—большая портативность, возможность охватить из одного положения ворота несколько корчюемых пней, большее удобство манипуляций, не затрудненных, как в машинах 2-й группы, по мере вытаскивания пня, особенно при наличии больших боковых корней-лап. Простейший самодельный ворот состоит из системы цепей, к одному концу



Фиг. 4.

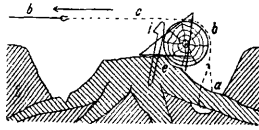
к-рым прикреплены «лесные когти», а к другому ручной или конный ворот. Все деревянные части изготовляются из дуба и имеют следующие размеры: диаметр вала 20 см, длина вала 1,5 м; боковые стенки 50×200 мм и высотой 1 м. К недостаткам такого ворота относится отсутствие тормоза и холостого хода у барабана. Более совершенными являются корчевальные ворота «Монарх» и Мильна. Машина «Монарх» состоит из а) барабана, на к-рый наматывается цепь, б) оси, связанной с храповым колесом и укрепленной в раме, и в) водила для вращения ба-

рабана. Машина изготовляется различных размеров и требует для работы 1—2 лошадей и 4—6 рабочих. Корчевальный ворот



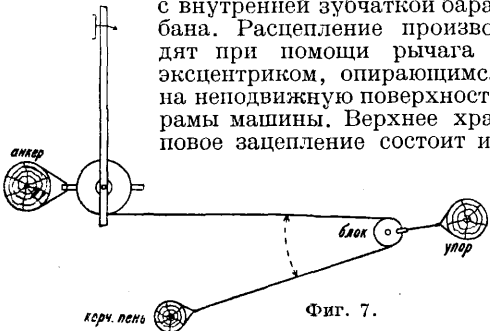
Фиг. 5.

Мильна (фиг. 4) работает при помощи барабана *A*, к-рому сообщается вращение посредством зубцов *B*, оседающих на чугунную тарелку *C*. Расцепление ворота от привода производится при помощи рычага *E*. Прочие обозначения: *F*—головка вертикального вала; *H*—корытце, в котором закрепляется дышло *D*; *G*—кольцевой подшипник, охватывающий вертикальный вал; *J*—трубы, составляющие четырехстороннюю станину; *K*—волокуша с наконечником *L* для задержания обратного хода водила. На фиг. 5 показана машина «Геркулес», сконструированная целиком из стали. Она крепится к анкерному пню при помощи раздвижной петли, садящейся на канатное седло колонки *A*. Механизм для расцепления барабана от водила состоит из подъемной зубчатой муфты, сцепляющейся с внутренней зубчаткой барабана. Расцепление производят при помощи рычага с эксцентриком, опирающимся на неподвижную поверхность рамы машины. Верхнее храповое зацепление состоит из



Фиг. 6.

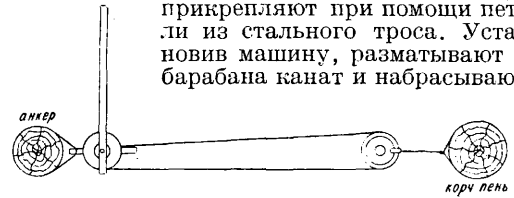
2 храповых собачек *h*, падающих на зубцы *k*, расположенные в кольцевой канавке верхней части барабана. Во время холостого хода можно шпильками *b* удерживать собачки в приподнятом положении.



Фиг. 7.

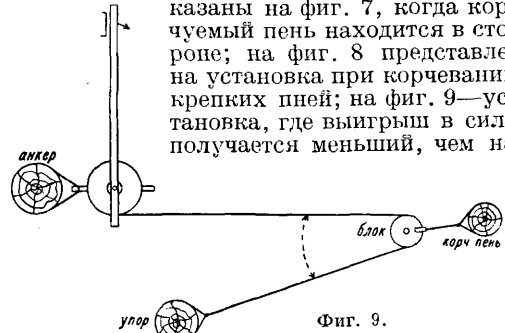
2 храповых собачек *h*, падающих на зубцы *k*, расположенные в кольцевой канавке верхней части барабана. Во время холостого хода можно шпильками *b* удерживать собачки в приподнятом положении.

В Германии принят ручной корчевальный ворот. При *K. п.* обычно этот ворот или закапывают основанием в землю или привязывают к наиболее крепкому (анкерному) пню, находящемуся в центре пней, подлежащих корчеванию; обычный радиус действия машины  $50 \div 60$  м. Машину к анкерному пню прикрепляют при помощи петли из стального троса. Установив машину, разматывают с барабана канат и набрасывают



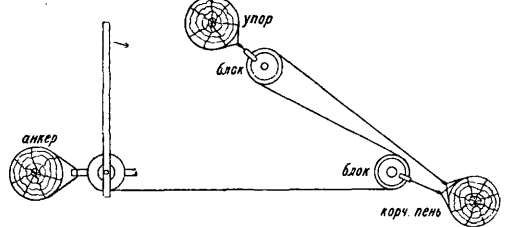
Фиг. 8.

конец его с удавной петлей на корчемый пень возможно выше, для увеличения опрокидывающего момента. Если пень частью уже сгнил, захватывают его не петлей, а кошкой *И*. Иногда для облегчения *K. п.* подкладывают чурбак (фиг. 6) и, делая для него зарубку *e* или вбивая костьль *i*, укладывают канат по направлению *всба*. На фиг. 6 также показан франц. способ, при котором чурбак заменяется треугольником, а равно видны подрубка корней и окопка их. Схемы сцепления каната с пнем, анкером и упорами показаны на фиг. 7, когда корчемый пень находится в стороне; на фиг. 8 представлена установка при корчевании крепких пней; на фиг. 9—установка, где выигрыш в силе получается меньший, чем на



Фиг. 9.

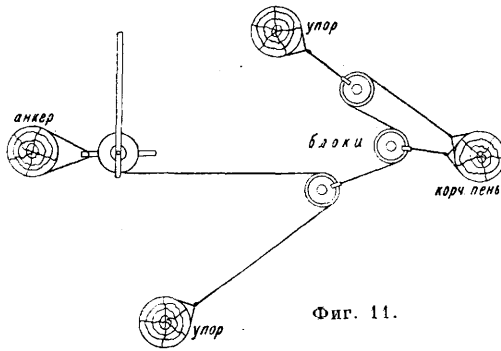
фиг. 8; на фиг. 10 дана установка с двумя блоками, а на фиг. 11 с тремя, что дает еще больший выигрыш в силе. Для уменьшения (укорачивания) длины каната при близком расположении корчемого пня от анкерного



Фиг. 10.

применяют особый выключатель. При отсутствии естественного анкера (если нет крепкого пня) ворот прикрепляют к анкеру из колец (5—6 шт.). Расстояние между кольями берут  $1,5 \div 2$  м; колья забивают в землю на 50—60 см; толщина колеьев  $9 \div 12$  см. Укрепление цепи на искусственном анкере производят, как показано на фиг. 12, где *N*—доска, *P*—колья и *n*—цепь.

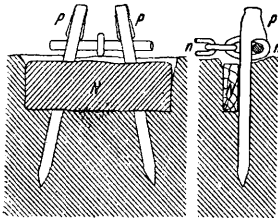
Особое видоизменение описанных приемов представляет К. п. при помощи тракторов, именно лебедок, приводимых в движение мотором трактора. Преимущество этого способа—подвижность, устранение сложных анкерных укреплений, отсюда быстрота корчевания. Мощность трактора, особенно при



Фиг. 11.

пользовании системой блоков, вполне достаточно для выдергивания пней любых размеров. Подробности см. *Тракторы*.

При К. п. взрывчатыми веществами патроны с взрывчатыми веществами (аммоникацит, азотнокислый аммоний, нитроглицерин, жухит, динамит, пикриты, тол, сикрит, изидкий воздух) закладывают под пень. Взрыв производится при помощи капсулей с гремучей ртутью и бикфордова шнура. Жухитом один корчевальщик может в день взорвать до 25 крупных (Ø до 70 см) пней и до 50 пней средних размеров (Ø до 30 см). Существенными для успеха дела условиями являются правильная дозировка взрывчатых



Фиг. 12.

веществ и выбор места для закладки патрона. При малых зарядах происходит часто только раздробление пня, корни же остаются в земле. При зарядке в 400 г лабори-та Калачеву удавалось в 1925 г. раздроблять и выбрасывать с корнями

крупные пни дуба, бука и чинары. Распространению этого способа мешает дороговизна взрывчатых веществ, опасность хранения и употребления последних, а также необходимость располагать квалифицированным персоналом.

*Лит.:* Дебу К. И., Корчевание. Машины, орудия и приспособления для разделки земель из-под леса и зарослей, М.—П., 1923; Кокоулин В. П., Техника лесных расчисток, П., 1918; Глухов М., Гомилевский В. и др., Коренные улучшения в сел. хоз., стр. 16, ССВ, 1913; Шлотников С., Разделка и использование степных и лесных пустошей, М., 1926.

### А. Калачев и В. Домбровский. КОРЧЕПОДЪЕМНИК см. Корчеводъемники. КОСМЕТИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ, средств-

ва, имеющие назначение поддерживать и усиливать внешнюю красоту тела и форм человека. Характерной особенностью К. п., в отличие от фармацевтических препаратов аналогичного назначения, является приятный запах. От парфюмерных изделий К. п. отличаются тем, что первые действуют только

на органы обоняния, для вторых же запах играет лишь побочную роль. Точного разграничения между теми и другими провести нельзя, т. к., не говоря уже о чисто косметич. действии применяемых в парфюмерных изделиях растворителей и носителей ароматов (спирт, жиры), и сами душистые вещества (эфирные масла, смолы и т. п.) проявляют косметич. действие. Проф. Г. Пашкис и Трувин делают попытку выделения косметической химии в специальную отрасль, в задачи которой входят, с одной стороны, выявление путем анализа и изолирование действующих начал из общепризнанных косметич. средств и препаратов, а с другой—изыскание новых препаратов, имеющих косметич. свойства. В этом отношении косметическая химия примыкает к нек-рым отделам фармакологии, фармакогнозии, фармацевтич. химии и парфюмерной химии.

Изготовление К. п. в крупных государствах получило за последние годы характер фабричного производства. Такой концентрации этой отрасли промышленности способствовали усилившийся спрос, общее развитие производственной техники с выпуском машин-автоматов большой производительности и расширение значения научных основ косметики. В связи с этим стал изменяться и состав К. п., принимая характер научно обоснованных лечебно-профилактич. и гигиенич. препаратов, производимых в санитарно благоустроенной обстановке из тщательно контролируемых по качеству материалов. Благодаря усилению производства и широкому распространению К. п. правительства большинства культурных стран, в целях борьбы с ядовитыми или антисанитарными косметическими средствами, ввели обязательный аналитический контроль качества обращающихся на рынке изделий и издали ряд обязательных постановлений, регламентирующих состав К. п. Производство парфюмерно-косметических изделий в РСФСР регламентируется обязательным постановлением ВСНХ СССР № 102 от 15/IX 1924 года, приказом по ВСНХ СССР № 881 от 27/VII 1926 г. и положением Наркомздрава РСФСР о порядке выдачи разрешений на производство и обращение косметических и гигиенических средств—от 16/II 1929 года.

**Классификация К. п.** По своему назначению К. п. могут быть разделены на гигиеническо-профилактические, для общего ухода за телом, и средства лечебные и маскирующие, служащие для устранения или маскирования имеющихся дефектов или физических аномалий; сюда относятся средства против сухости, шелушения, сальности и потливости кожи, против угрей, бородавок, веснушек, мозолей, перхоти, излишней волосистости и дурного запаха, а также краски для волос, гримы, белила и румяна.

Произвести классификацию К. п. по их физическ. состоянию затруднительно; поэтому их распределяют по совокупности свойств, состоянию и назначению на следующие группы.

**Жидкости и эмульсии** для смягчения кожи, содержащие по преимуществу воду, спирт и глицерин с примесью тех или иных медикаментов.

**Кремы для кожи лица и рук**—препараты мазеобразной консистенции, представляют собою смеси животных, растительных или минеральных жиров и масел, иногда с примесью воды, глицерина и медикаментов. Различают кремы жирные, глицериновые и сухие. Жирные и кремы, назначаемые при сухой коже, часто содержат ланолин, глицерин, цинковые белила, крахмал, медикаменты и пр. Характерным для колдкремов является содержание в них пчелиного воска и воды. Сухие кремы (не жирные) содержат частично омыленный стеарин и глицерин. Глицериновые кремы имеют в своей основе глицериновое желе, так называемый глицерол, получаемый прибавлением 5—8% крахмала к нагретому глицерину или сплавлением глицерина с мылом. Жидкие кремы для кожи—эмульсии—так называемое «молоко»; основой их служит жирно-мыльная эмульсия.

Масла и помады для волос — служат для придания волосам блеска и эластичности и против сухой перхоти; представляют собою смесь растительных и животных жиров, иногда с примесью медикаментов.

Пудра для лица — служит для предохранения кожи от внешних воздействий. Пудра представляет собой ароматизированную смесь тонко размолотых и тщательно просеянных минеральных и органических веществ. Составными частями пудры могут служить: тальк, крахмал, линополид, цинковые белила, углекислый цинк, стеариновоксиловый цинк, углекислый магний, стеариновоксиловый магний, мет. фосфорнооксиловый кальций, каолин, фиалковый корень, основной солянооксиловый и основной азотнооксиловый висмут. Для нюансирования пудры употребляются или безвредные минеральные красители (охра, мумия, сиенна) или органические красители, осажденные на тальке. При значительном содержании крахмала и сухости пудры наоупль пудра носит название рисовой; при значительном содержании каолина, стартера цинка и цинковых белил пудра делается наоупль более жирной, лучше прилипает к коже и носит название жирной пудры. Пудра жидкая представляет собою суспензию цинковых белил и основных солей висмута в водном глицерине. Иногда под названием жидкой пудры выпускается раствор антифебрина, оставшийся на коже, после улетучивания растворителя, тонкую белую пленку; такая пудра вредна, т. к. закупоривает поры кожи.

Грими и краски для лица и губ (сюда же относятся румяна и белила). Грими театральные и готовятся в палочках или в таблетках; состоит из жирной основы и твердой базы, тщательно смешанных и растертых. Жирная основа состоит из смеси растительных и минеральных жиров и масел иногда с примесью воска, ланолина, спермалеца и др. Твердая база составляется из смеси талька, цинковых белил, каолина, мела, основного азотнооксилового висмута с различными минеральными красками или осажденными на сернистооксиловом барии органич. красителями. Губная помада — то же, что и грим, обычно красного цвета различных оттенков или бесцветная (если служит только с лечебной целью, против растрескивания губ). Антигрим — масса для снятия грима — готовится из косметичес. сала, масла какао или вазелина сплавлением и разливается в жестяные банки или формуется в виде палочек. Румяна в порошке представляют собою большей частью тальк, окрашенный раствором кармина или эозина, высушенный, размолотый и просеянный. Твердые румяна готовятся в виде жирной пудры, окрашенной в тот или иной цвет, и сильно пресуются на специальных штампах или же замешиваются в виде теста, формируют из него пластики и сушат. Жирные румяна приготавливаются смешением окрашенной пудрообразной основы со сплавом воска и вазелина. Жидкие румяна представляют собою аммиачный раствор кармина или спиртоглицериновый раствор безвредных органических красителей. Белила для лица аналогичны румянам, но вместо красителей содержат или цинковые белила или же основные соли висмута. Карандаши для бровей и ресниц — жирные штифты разного цвета; для окраски в черный цвет применяют голландскую сажу, в коричневый и русский — умбру и аженую сиенну.

Средства для зубов: эликсиры, пасты, порошки и мыла. Зубной порошок — обычно представляет собою химически чистый (осажденный) мел, иногда с углекислым магнием или другими примесями, отдушенный мятным маслом, ментолом, анисовым и другими эфирными маслами. Некоторые специальные сорта зубных порошков содержат вместо мела толченый древесный уголь, другие сорта содержат мыло в порошке, перекисные соли, вяжущие вещества и прочие примеси. Зубная паста — хорошо промываемая тестообразная масса, лакуемая по преимуществу в тубы, состоящая из химически чистого мела или углекислого магния, в котором для сохранения пастообразного состояния примешаны или глицериновоксидные (глицероль) или же вода, сульфидная мылом, трагакантом или медом. Отдушка зубной пасты аналогична отдушке зубного порошка. Применяются в виде примеси некие вяжущие, дезинфицирующие или перекисные вещества. Зубной эликсир — спиртовые жидкости, содержащие в растворе: а) эфирные масла — мятное, анисовое, фенхелевое, гераниевое, гвоздичное, иланг-иланг и др.; б) синтетические душистые вещества — ментол, эвгенол, евкалиптол, гераниол, тимол, метилсалицилат и др. и в) дезинфицирующие вещества — салиол, салициловую к-ту и др.

Краски для волос. Различают краски, постепенно окрашивающие до желаемого оттенка (восстановители) и мгновенно окрашивающие в любой цвет. Наилучшим методом в настоящее время считается окраска волос натуральными красителями — восточны-

ми травами: хной и ренгом, которые в комбинации могут давать любые оттенки. Действие красок, выпускаемых косметическими производителями, основано гл. обр. на осаждении на волосах тех или иных металлических пигментов. Наибольший распространением пользуются краски, содержащие соли серебра.

Средства для ногтей. Различают следующие группы препаратов. 1) Для удаления кожицы вокруг ногтя применяют растворы щелочей или к-т, которые разрыхляют кожу и тем способствуют легкому удалению ее. 2) Средства для придания блеска ногтям: а) в виде порошка — состоит из смеси мела, цинковых белил, талька, каолина, двуоксида олова и т. п.; б) те же полировочные материалы могут служить материалом для изготовления пасты, карандашей или жидкости для полировки ногтей; в) лаки для ногтей представляют собою растворы целлюлозы (обрезков) в ацетоне и аммиацетате. 3) Средства для придания ногтям эластичности и блеска: для придания эластичности ногти смазывают жирным кремом, для придания же им блеска употребляют растворы перекиси водорода.

Средства от пота м. б. в виде жидкости или порошков; они содержат глицерин, обр. дезинфицирующие или дубящие вещества, назначение которых уменьшить выводящие каналы потовых желез.

Средства для удаления волос (депильатории) — смесь сернистых бария, стронция или кальция с крахмалом и цинковыми белилами.

Соли для ванн — служат для ароматизации воды и смягчения ее. Основой таких солей служат по преимуществу — бора, сода, двууглекислая сода, а также и глауберова соль.

Минеральные отруби — употребляются для умываний; изготовляются из смеси натуральных минеральных отрубей, мыльного порошка и отдушки; иногда часть минеральных отрубей заменяют пшеничными отрубями.

Нюхательные соли — употребляются как средство от головной боли. Флаконы наполняют кусочками углекислого аммония, сернистооксилового калия, фосфорнооксилового кальция или другими кристаллическими веществами и заливают раствором, содержащим аммиак и лавандовое масло; иногда нюхательные соли содержат ледяную укусую к-ту и лавандовое масло, причем в этом случае флаконы наполняют пористыми фарфоровыми шариками, кизельгуром или асбестом.

Туалетные воды — водноспиртовые растворы ароматич. веществ, содержащие ок. 2—3% глицерина, 1,5% отдушек и некие прибавки в зависимости от назначения вод. Так, для придания водам успешных очищающих и жирорастворяющих свойств прибавляют 0,5—1% буры или поташа; для сообщения отбеливающих свойств — около 1% перекиси водорода или лимонной к-ты; для придания вяжущих свойств прибавляют квасцы, хлористый алюминий, хинин и т. д.

Шампунь — мыло для волос в порошке или в спиртовом растворе. Особинком стоит недавно выпущенный так называемый сухой шампунь для чистки волос без воды. Это своего рода пудра, поглощающая жир с волос; протерев волосы и кожу головы сухим шампунем, оставший его на голове на 10—15 мин., а затем удаляют, тщательно пресеивая волосы щеткой.

**Технология К. п. 1) Сырье.** Основные материалы, применяемые в косметическом производстве, охватывают продукты растительные, животные, минеральные и продукты химическ. технологий. Согласно «Положению», все материалы, служащие для изготовления косметич. и гигиенич. средств, должны удовлетворять требованиям фармакопей и других официальных руководств и стандартов. Запрещается напр. употребление солей бария (кроме сернистого), висмута (кроме основной азотнооксиловой и основной хлористой соли его), кадмия, меди (кроме красок для волос), мышьяка, олова (кроме средств для ногтей), ртути (кроме преципитата,  $\text{NH}_2\text{HgCl}$ ), свинца, сурьмы, урана, хрома, цинка (кроме углекисл. и стеариновоксилового цинка, а также окиси цинка); синильной к-ты и ее солей; щавелевой к-ты (кроме средств для ногтей), пикриновой к-ты и солей этих к-т; метилового спирта, денатурированного этилового спирта (кроме спирта специальной денатурации), хлорированных углеводородов и их производных, содержащих связанный хлор;

бензина, бензола, нитробензола, *n*-фенилендиамина, метил-*n*-аминофенола, а также вообще всех веществ, отпуск к-рых производится лишь по рецептам врачей.

2) Производственные процессы при изготовлении К. п. сводятся к следующим операциям: а) дроблению или измельчению сырья, б) экстракции, настаиванию или растворению, в) варке или плавлению, г) смешиванию или эмульгированию по определенному рецепту, д) фильтрации, декантации, протирке через сита или просеиванию для удаления случайных примесей и е) формовке или фасовке готовых препаратов.

3) Машины, применяемые в парфюмерно-косметическом производстве.

Для дробления и измельчения сырья служат: приводные ступки, одинарные или двойные шаровые мельницы; дисковые мельницы; мельницы кулачковые «Perplex», «Perfect» и друг. (наиболее удобны и распространены); новейшая мельница «Кек», служащая не только для размельчения сухих веществ, но и как гомогенизатор; коллоидные мельницы (см.), измельчающие материал во влажном состоянии; приводные терки для стеарина и других вязких материалов.

Для экстракции или изготовления спиртовых вытяжек из жирных цветочных помад применяются специальные крыльчатые мешалки; для извлечения ароматических или действующих начал из грубо измельченного растительного или животного сырья путем настаивания применяются перколяторы; для извлечения остатка растворителя из экстрагированной массы—винтовые или гидравлические прессы.

Плавление жиров и восков, а также и все процессы, связанные с нагревом,—так наз. варка кремов (омыление или образование клейстера)—производятся или на водяной бане или в небольших котлах, снабженных паровой рубашкой.

Для смешения или составления К. п. по определенной прописи или рецепту из порошкообразных компонентов пользуются вращающимися звездобразными ящиками, с последующим протираанием смеси щетками через металлич. сито, или специальными мешальными аппаратами. Лучшими смешивающими машинами, пригодными как для порошкообразных препаратов, так и для тестообразных, считаются мешально-месильные машины системы Вернера и Пфлейдерера. Для приготовления суспензий твердых веществ, густых эмульсий (козьдкрем) и кремов для лица пользуются иногда большими мраморными или агатовыми ступками с деревянным пестиком (мешалкой) для замешивания вручную. Новейшей моделью является приводная мешальная машина для кремов, имеющая три степени скорости и позволяющая путем применения различной формы насадок вырабатывать разнообразные К. п. Для кремов, которые содержат большое количество порошкообразных примесей и требуют поэтому тщательной обработки, пользуются приводными растирающими ступками или же, после предварительного смешения в мешальной машине, пропускают массу через краскотерки (дисковые и вальцо-

вые); изредка применяются также бегуны. Тщательная механич. обработка кремов и паст не только улучшает внешний вид изделий, но и способствует лучшей усвояемости препаратов эпидермой кожи.

Отделение жидкостей от нерастворенных или взмученных веществ производится обычно декантацией—отстаиванием в сосудах и сливанием отстоявшейся прозрачной части—или же фильтрацией через бумажные, войлочные или матерчатые фильтры. Для быстроты фильтрации в крупных производствах устраивается несколько воронок на одном общем приемнике. Еще быстрее фильтрация производится под давлением в специальных секционных фильтрах различных систем. Для отделения от крема случайных вкраплений продукт перед фасовкой подвергается протираанию щетками через волосяные или шелковые мелкие сита. Порошкообразные К. п. (порошки, пудры и пр.) отделяются от крупных частичек путем просеивания через шелковые, медные или никелевые сита соответствующей плотности. В мелких производствах для просева пользуются сотрясательными ситами, в крупных же—специальными просеивающими машинами с вращающимися внутри сетчатого цилиндра биллами или буратами, на которых просев происходит под действием собственного веса продукта.

Формовка разного рода сплавов (губная помада, карандаши для грима и проч.) производится отливкой теплой смеси в медные или никелированные разборные формы. Для отливки изделий, имеющих цилиндрич. или призматич. форму, используются цинковыми формами с большой поверхностью для воздушного охлаждения. Для изготовления изделий в форме мелких таблеток из тестообразного полупродукта применяются обыкновенные пилюльные машинки или машины для драже. Для изготовления таблеток из порошкообразного полупродукта (румяна, твердая пудра и пр.) используются обычными таблеточными машинами. Дозировка и фасовка косметич. препаратов являются наиболее трудоемкой фазой производства, так как до сих пор благодаря специфич. упаковке косметич. изделий приходится в значительной мере пользоваться ручным трудом.

Из машин для фасовки и упаковки и изделий применяются: а) машины для розлива жидких изделий, действующие сифоном и наполняющие флаконы до определенного уровня независимо от его емкости, что в парфюмерно-косметич. производстве чрезвычайно ценно; б) машины для розлива кремов и помад в нагретом состоянии; применяются только для тех К. п., которые в теплом состоянии не расслаиваются и после остывания дают нужную консистенцию без повторной механич. обработки; в) машинки для наполнения туб и флаконов густыми К. п., после чего тубы заделываются на машинках; в последнее время они заменяются автоматами большой производительности.

**Экономика.** На первом месте по производству и потреблению парфюмерно-косметических изделий стоит Франция: потребление ее составляет свыше 2 руб. золотом в год на душу населения; производство же не только покрывает внутренний спрос, но и составляет солидную статью экспорта; общее производство пар-

фюмерии и косметики во Франции оценивается приблизительно в 100 млн. зол. руб. Второе место по потреблению парфюмерно-косметич. изделий занимает Испания; собственное производство ее удовлетворяет спрос только на 50—75%. Остальное количество покрывается импортом. В Америке внутреннее потребление достигает 1,5 млрд. зол. на душу населения и одновременно очень развит экспорт. Для СССР точных данных о выработке парфюмерно-косметич. продукции не имеется, так как до недавнего прошлого значительная часть этого производства была распылена по мелким кустарным предприятиям, не поддающимся учету. Производство государственных заводов и крупных кооперативных предприятий составляло по годам (в тысячах дюжин изделий):

Годы	Гос. з-ды	Кооперация
1923/24	834	87
1924/25	2 662	2
1925/26	5 105	211
1926/27	5 373	221
1927/28	7 940	300

Принимая производство треста «ТЭЖЭ» в 80% всеобщего производства, общую выработку парфюмерно-косметич. производства за 1928/29 год можно приблизительно определить в 80—85 млн. руб. по оптовому ценам. Доходы государства от этой промышленности достигают 30 млн. руб., слагаясь из прямого акциза на парфюмерно-косметич. изделия (ок. 10 млн. руб.), налогов, сборов, пошлин и акциза с сырья и прибыли государственной промышленности.

*Лит.*: Слетов П. В., Врачебная косметика, 4 издание, М., 1928; Пашкис Г., Косметика, пер. с нем., СПб, 1900; Несснер С., Косметич. заболевания кожи, Москва, 1908; Хлопин Г. В., Методы санит. исследований предметов повседневного обихода и косметических средств, М.—П., 1923; «Маслобонножировое дело», Москва, 1927; Mann H., Die moderne Parfümerie, 3 Aufl., Augsburg, 1924; Mann H., Die Schule d. modernen Parfümers, Augsburg, 1924; Pjese S., Les odeurs des parfums et des cosmétiques, P.; Durville J. P., Nouveau guide du parfumeur, 2 éd., P., 1908; Truttwin H., Handbuch d. kosmetischen Chemie, 2 Aufl., Leipzig, 1924; Lange O., Chemisch-technische Vorschriften, Lpz., 1916; Winter F., Handbuch d. gesamten Parfümerie u. Kosmetik, W., 1927; Poucher W. A., Perfumes a. Cosmetics with Especial Reference to Synthetics, London, 1923; «Seifensiederzeitung», Augsburg; «Deutsche Parfümerie-Zeitung», B.; «Parfümerie Moderne», Lyon; «American Perfumer a. Essential Oil Recorder», N. Y.; «Revue de la Parfümerie», P.; «Aromatics», New York; «Die Riechstoffindustrie», Lpz.; Wagner A., «Die Parfümerie-Industrie», Halle a/S., 1928. **М. Маркузе.**

**КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ** (лучи Гесса, называемые также проникающей радиацией), лучи, попадающие на землю из мировых пространств. К открытию К. л. привели наблюдения над ионизацией в толстенных закрытых сосудах при подъемах на воздушном шаре в верхние слои атмосферы. На больших высотах, 5—9 км, замечается резкое возрастание ионизации, которое, по Гессу, вызывается особыми К. л., обладающими огромной проникающей способностью. Начиная с 1925 года Милликен и Кемерону, Мысовскому, Тувиму и другим удалось произвести точные измерения коэффициентов поглощения К. л. в воде путем погружения электроскопов на различные глубины в озерах. Относительно величин коэффициентов поглощения см. *Спр. ТЭ*, т. II, стр. 37. Самые жесткие из наблюдаемых лучей почти полностью (на 98%) поглощаются только в слое воды толщиной в 70 м, т. е. во много раз превосходят по своей проникающей способности самые жесткие  $\gamma$ -лучи. Скобельщину удалось наблюдать в камере Вильсона действие отдельных космических лучей, время от времени попадающих в камеру и вызывающих при ионизации  $\beta$ -лучи

огромной скорости. Интенсивность К. л. в данном месте земной поверхности не зависит от времени суток и колеблется только при изменениях атмосферного давления (влияние поглощения К. л. в атмосфере). Милликен и его сотрудники предполагают, что космические лучи соответствуют световой радиации с весьма короткой длиной волны  $\lambda$ . Длина волны м. б. вычислена из коэф-та поглощения К. л. по теоретическ. формулам Комптона и Дирака. По последней формуле средняя длина волны К. л.  $\lambda \approx 0,00044 \text{ \AA}$ . Анализируя кривые поглощения К. л., Милликен и другие приходят к выводу о сложности их спектра. Милликен связывает гипотетически излучение различных спектральных участков проникающей радиации с процессами образования атомов из электронов и протонов в мировом пространстве. Вопрос о природе космических лучей до последнего времени не является однако решенным; есть основания предполагать, что К. л. быть может являются не световой радиацией, но электронами, летящими со скоростями, весьма близкими к скорости света. Разрешить эту дилемму экспериментально весьма затруднительно, так как теоретически свойства быстро летящих электронов, за исключением их электрич. заряда, весьма схожи со свойствами световых квантов.

*Лит.*: Мысовский Л. В., Космические лучи, М.—Л., 1929; Милликен Р. А., Космические лучи высокой частоты, «УФН», 1926, т. 6, 1; Милликен Р. А. и Кемрон Г., Происхождение космич. лучей, «УФН», 1929, т. 9, 1; Kohlhörster P., Die durchdringende Strahlung in der Atmosphäre, Hamburg, 1924. **С. Вавилов.**

**КОСТРА**, одревесневшие части стеблей, получаемые при первичной обработке прядильных растений. Стебли льна, конопли, а также кенафа и кендыря при выделении волокна в процессах мятья и трепания разрушаются, а отпадающие одревесневшие части образуют К. Размеры этих кусочков древесины у различных прядильных растений неодинаковы. Наиболее мелки они у льна: длина отдельных кусочков колеблется от 1 до 10 мм, чаще всего встречаются кусочки длиной 3—5 мм; толщина колеблется в пределах 0,3—1,5 мм. Размер К. зависит от системы мяльных и трепальных машин и самого способа обработки. Размеры конопляной К. значительно больше, т. к. конопляный стебель гораздо толще льняного. Длина отдельных кусочков конопляной К. колеблется от 5 до 50 мм; чаще всего 10—20 мм; толщина 2—15 мм.

Стебли прядильных растений содержат в себе ок. 60% древесины. Процентное содержание К. в стеблях приблизительно в три раза больше, чем содержание волокна. Поэтому количество получаемой ежегодно К. весьма велико. Если принять во внимание только посевы льна и конопли, то количество К., ежегодно получаемой в СССР, составляет ок. 3 млн. т. Как отброс при крестьянской первичной обработке костра почти не находит применения и в редких случаях идет лишь на топливо и на засыпку дорог и оврагов. Главная масса костры пропадает без всякого использования. На заводах первичной обработки льна и конопли костра служит топливом.

Ежегодные потери громадных количеств К. естественно наводят на мысль о рациональном ее использовании. Одним из способов утилизации К. является изготовление из нее термозоляционных материалов. После слабой варки в извести К. прессуется под высоким давлением в особых формах в плиты. Такие плиты обладают достаточной прочностью и применяются в строительном деле в качестве изоляционного материала. В СССР имеется фабрика в Ржеве «Красная звезда», к-рая выпускает плиты прессованной К. под названием м о р о з и н. Кроме того были поставлены лабораторные и фабричные опыты получения бумаги из костры. Оказалось, что содержание целлюлозы в К. доходит до 56,5%. Фабричные опыты показали возможность изготавливать из К. вполне удовлетворительную по качеству бумагу, с выходом последней около 45% от веса К.

Лит.: Шапошников В. Г., Об использовании костры, «Труды 1 Всерос. съезда представителей льнян. дела», М., 1911; Рябов И., Опыты получения бумаги из льняной кострицы, М., 1922. И. Рябов.

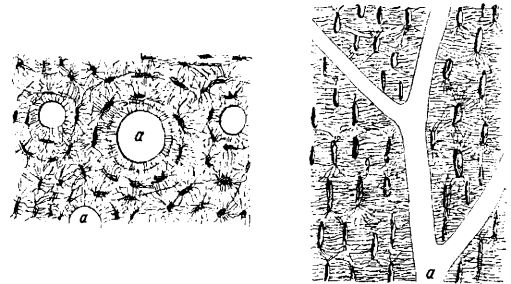
**КОСТЬ**, твердый материал поделочной и химическ. промышленности, добываемый из скелетов крупных млекопитающих, преимущественно лошади, оленя и быка. Кость как материал не д. б. смешиваема с источником ее—костями как анатомическ. частями живого организма. К о с т и состоят гл. обр. из костной ткани, характеризующейся сравнительно с прочими тканями организма наибольшим содержанием воды и наибольшим содержанием твердых составных частей. В костях различают костный мозг, костный хрящ и минеральные соли; при рассмотрении К. как материала значение имеют только две последние составные части. Костный хрящ является структурной основой костей и составляет 30—37% их массы; он мягок, гибок, под действием горячей воды дает т. н. костный клей, о с с е и н. Минеральные соли придают костям твердость, прочность и значит. уд. в.; 82—84% этих солей составляет фосфорнокислый кальций,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , а остальное — углекислый кальций,  $\text{CaCO}_3$ , фосфорнокислый магний,  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ , хлористый кальций,  $\text{CaCl}_2$ , и фтористый кальций,  $\text{CaF}_2$  (два последние в небольших количествах). Количественное соотношение органических и неорганических составных частей в костях меняется в зависимости от зоологического вида животного, от его возраста, пола, места, занимаемого данной костью в анатомическом строении животного, и т. д. Среднее содержание минеральных веществ в костях варьирует в следующем порядке зоологич. классов: птицы (75—85%), млекопитающие (63—75%), амфибии и рыбы (20—60%). Зависимость состава костей от вида животного, в пределах класса млекопитающих, иллюстрируется табл. 1. С возрастом животного повышается относительное содержание в костях жира и минеральных веществ и понижается содержание воды; количество же органических и растворимых в холодной воде веществ остается приблизительно постоянным. Губчатые кости, по сравнению с твердыми костями, отличаются большим содержанием органич. веществ (на 4,5%) и углекислого кальция (на 11%) и меньшим содержанием (на 15,5%) фосфор-

Табл. 1.—Состав костей различных видов млекопитающих, по Рейнцу, в %.

Составные части	Человек	Верблюд	Бык
Органич. вещество . . . . .	30,47	26,54	30,58
Зла . . . . .	69,53	73,46	69,42
В з о л е:			
Фосфорнокислый кальций . . . . .	60,13	62,70	58,30
Углекислый кальций . . . . .	6,36	7,00	7,07
Фосфорнокислый магний . . . . .	1,23	1,59	2,09
Фтористый кальций . . . . .	1,81	2,17	1,96

нокислого кальция. В живой кости различают твердую костную массу и мягкие части (надкостная плева, костный мозг и система кровеносных сосудов). Костная ткань состоит из внешней части, компактного твердого вещества, и внутренней—губчатой. Технические главное значение принадлежит компактному веществу костной ткани и товарную ценность представляют по преимуществу средние части длинных костей, состоящие из толстых слоев компактного вещества; концы же этих костей, состоящие из губчатого вещества, отшливывают.

Оба костных вещества (компактное и губчатое) построены из тонких пластинок; между ними находятся многочисленные (ок. 900 на 1 мм<sup>2</sup>) микроскопическ. каверны, так назыв. костные полости, в которых при жизни залегают плоские полусини овальной формы в 10—30  $\mu$  длиной и 5—15  $\mu$  шириной—костные тельца, или о с т е о б л а с т ы. От костных полостей отходят во все стороны тонкие каналы, своею сетью пронизывающие все костное вещество; эти каналы служат для циркуляции жидкостей организма, а также являются ходами, через которые соединяются между собой (особыми отростками) костные тельца. Кроме того вдоль кости проходят многочисленные каналы,



Фиг. 1.

связанные поперечными ветвями,—гаверсовы и Фолькмановы. Гаверсовы каналы охвачены системой коаксиальных костных пластин, числом обыкновенно от 8 до 15, так называемых гаверсовых пластин; фолькмановы каналы залегают непосредственно в системе промежуточных пластин. Каналы эти служат для прохождения кровеносных сосудов и нервных волокон. На фиг. 1 представленный форменные элементы высшей кости в поперечном и в продольном сечении (а—гаверсовы каналы). С наружной стороны вся кость, за исключением суставных поверхностей, покрытых хрящом, облицована плотной, беловатой, блестящей и волокнистой оболочкой—п а д к о с т н о й п л е в о й, богатой кровеносными сосудами и нервами.

Благодаря содержанию органич. веществ свежесобранная К. подвергается изменению, вначале весьма быстрым, затем замедляющимся. По своему состоянию К. делится на сорта согласно табл. 2. При хранении свежей кости ее жировые вещества разлагаются с образованием свободных жирных кислот и глицерина, а белковые—загнивают. Скорость этих процессов зависит от способа укладки К., степени проветривания, атмо-

Табл. 2. — Товарная классификация кости по сортам.

Состояние кости	Сорта кости	Содержание жира, %	Источники получения кости		Область применения
Свежая . . . . .	Колбасная	Ок. 15 и до 18	Сырая, с об-резным мясом, самая свежая Плотные луче-вые кости	Колбасные мастерские	Высшие сорта желатины, по-делки Токарные изде-лия и другие по-делки Костяной жир
» . . . . .	Счетная	» 15 » » 18			
» . . . . .	Дудки	» 15 » » 18			
Вываренная . .	Бульонная	5—10 и до 12	Отборные плот-ные лучевые ко-сти Кости, частич-но потерявшие оссеин и жир	Кухонные от-бросы	Клей хорошего качества, костя-ные изделия Животн. уголь, хорошие сорта ко-стяной муки
Обескеленная .	Гусачья	Около 3	Остаток от вы-варки студия	Гусачьи заве-дения	
Частью перет-левшая . . . .	Мусорная	Ничтожное	Рыхлая, бога-тая азотом	Старый мусор	
Перетлевшая . .	Полевая		Рыхлая, бога-тая азотом	Остатки пада-ли, лежащие на поверхности зе-мли	
» . . . . .	Земляная	»	Рыхлая, бога-тая азотом	Остатки пада-ли, извлекаемые из земли	
Ископаемая . .	Костяная брекчия	Практически отсутствует	Минерализо-ванные кости	Ископаемые ос-татки, гл. обр. вымерших млеко-питающих	Костяная мука, костяная зола, костяная бирюза

сферных условий ( $t^{\circ}$ , влажности, света) и от действия бактерий. В несколько дней появляется прогорклость, а скорость потери жира в среднем принимается равной 0,5—1% в месяц.

С в о й с т в а К. Как материал К. характеризуется следующими данными: уд. в. ок. 1,5, твердость по Мосу 2, модуль упругости 1 600 кг/мм<sup>2</sup>. Кость отличается значительной хрупкостью, упругостью, и по свойствам близка к слоновой К. (см. ниже), но не столь однородна; хорошо режется, точится на токарном станке, шлифуется и полируется. К. почти непрозрачна (просвечивает лишь в тонких пластинках) и характеризуется равномерным желтоватым или почти белым цветом, но вследствие наличия оссеина с течением времени желтеет сильнее; химич. отбелкой желтизна К. устраняется лишь временно. Путем различных специальных обработок можно придавать кости большую прозрачность и любой цвет. В химич. отношении К. характеризуется стойкостью против газов и нейтральных жидкостей, при ничтожной набухаемости. При действии на К. минеральных к-т она размягчается и переходит, вследствие растворения минеральных солей, в костяной хрящ. Загнивание свежей К., обусловленное наличием белковых веществ, м. б. предупреждаемо сушкой или антисептиками (напр. карболовой кислотой).

П р и м е н е н и е К. В зависимости от состояния, качества и размеров К. находит применение либо в виде, близком к натуральному, подвергаясь лишь механич. обработке, либо она подвергается химич. и механич. обработкам, в большей или меньшей степени сохраняющим ее основные физич. свойства (полупереработка), либо наконец поступает в химическую переработку и превращается в продукты, по свойствам ничего общего с костью не имеющие. Классификация областей технического использования кости дана в табл. 3.

О б р а б о т к а К. Способы механич. обработки К. сходны с обработкой плотного дерева, напр. самшита. Р а с п и л о в к а К. ведется специальными пилами меньшего размера, чем пилы для дерева, выделяемыми из более твердой стали и с более тонкими зубьями; развод зубьев для К. должен быть меньше, чем для дерева, а для слоновой кости развод вовсе не делается, во избежание излишней потери материала. Для косте-резного мастерства во Франции идут гл. обр. лошадиные К., в Германии и в СССР — бычачьи. Предварительная подготовка кости состоит в отпиливании пористых концов, удалении мозга, соскабливании остатков связок и в обезжиривании. О б е з ж и р и в а н и ю подвергают либо сырую К. либо готовые изделия; в СССР предпочитается первый метод. К. обезжиривают посредством варки в течение нескольких часов в целюлозе, растворах зеленого мыла, растворимого стекла и т. д., с последующей сушкой материала на солнце (под слоем песка, во избежание растрескивания). За границей до-вольствуются поверхностной о т б е л к о й готовых изделий перед полировкой. Иногда отбелка достигается выдержкой изделий в скипидаре или бензине и последующей кратковременной варкой в воде, обычно с добавкой растворимого стекла. По Р. Кайзеру, отбелку кости лучше всего производить водным раствором перекиси водорода, по Г. Ангенштейну — водным раствором хлорной извести (1:4) в течение многих дней либо водным раствором сернистой к-ты в течение 2—4 час., причем полезно предварительно прогреть предметы в атмосфере сернистого газа. Рекомендуется также отбелка прямым солнечным светом под колоколом, при постоянном смачивании водой или смесью скипидара и спирта (1:3). Еще один способ отбелки состоит в выдержке изделий в смеси растворов гипосульфита и квасцов, выделяющей сернистую кислоту.



Табл. 3. — Промышленное применение кости.

Обработка (механич.)	<p>Подделочная промышленность—ручки для тростей и зонтиков, различные игры (шахматы, шашки, домино), гребни, черенки ножей, ручки для перьев и т. д. (резьба, обточка)</p> <p>Пуговичная промышленность—пуговицы, запонки (резьба, обточка)</p> <p>Предметы роскоши и искусства—брошки, выпивальные иглы, бусы, четки (художественная резьба и скульптура)</p> <p>Камнеобрабатывающая промышленность (костяная бижутерия)</p> <p>Медицина (медицинские инструменты, искусственная кость в хирургии)</p>
Полупереработка (механич.)	<p>Подделочная промышленность (отбелка кости, чернение, окраска, серебрение, сообщение кости прозрачности)</p> <p>Пластические массы из костяного порошка</p> <p>Машиностроение, тепло- и электроизоляционная промышленность, резиновая промышленность (волокнистые костяные материалы, костяные наполнители)</p> <p>Сахарная промышленность и общая химическая (костяной уголь)</p> <p>Красочная промышленность (костяная чернь, слоновая черная)</p>
Переработка (химич.)	<p>Пищевая промышленность (жир, желатина, соли)</p> <p>Кормовая промышленность (костяная мука)</p> <p>Сельское хозяйство (фосфорные и азотистые удобрения)</p> <p>Клеевая промышленность (клеи)</p> <p>Общая химическая промышленность (фосфор)</p> <p>Жировая промышленность (костяной жир, глицерин, олеин, стеарин)</p> <p>Керамическая и стекольная промышленность (фарфор, стекло)</p> <p>Металлургическая промышленность (фосфористые металлы)</p> <p>Строительная промышленность (искусственные камни)</p>

Для придания К. того или другого вида ее подвергают различным специальным обработкам. Так, относительная прозрачность и устранение пористости достигаются длительной пропиткой очищенной, отбеленной и просушенной кости расплавленным вазелином, после чего К. просушивается и полируется мелом с маслом [1]. Для придания К. коричневого тона ее обрабатывают парообразными продуктами термич. разложения сахара [2]. Способ Р. Кайзера состоит в обезжиривании изделий петролейным эфиром, протравливании в течение 5—10 мин. при комнатной  $t^{\circ}$  в растворе соляной к-ты (40 г в 1 л воды), промывке и последующей выдержке до получения желаемого тона в растворе марганцовокислого калия (5 г в 1 л воды); при последующем погружении в раствор фуксина (10 г в 1 л воды) получается красноватый тон. Черная окраска К. достигается 15-мин. протравливанием обезжиренных предметов раствором 5 г винной к-ты и 50 г азотной к-ты (уд. в. 1,2) в 400 см<sup>3</sup> воды; после промывки изделия обрабатывают раствором 1 г SnCl<sub>2</sub> с несколькими каплями HNO<sub>3</sub> в 1 л воды и затем погружают в горячий водный раствор нигрозина. Существует ряд приемов окраски кости во всевозможные цвета, причем применяются как основные, так и кислотные красители, синтетические или растительные. Особая белизна поверхности кости достигается выдержкой в известковом молоке, причем полезна предварительная кратковременная обработка поверхности фосфорной к-той.

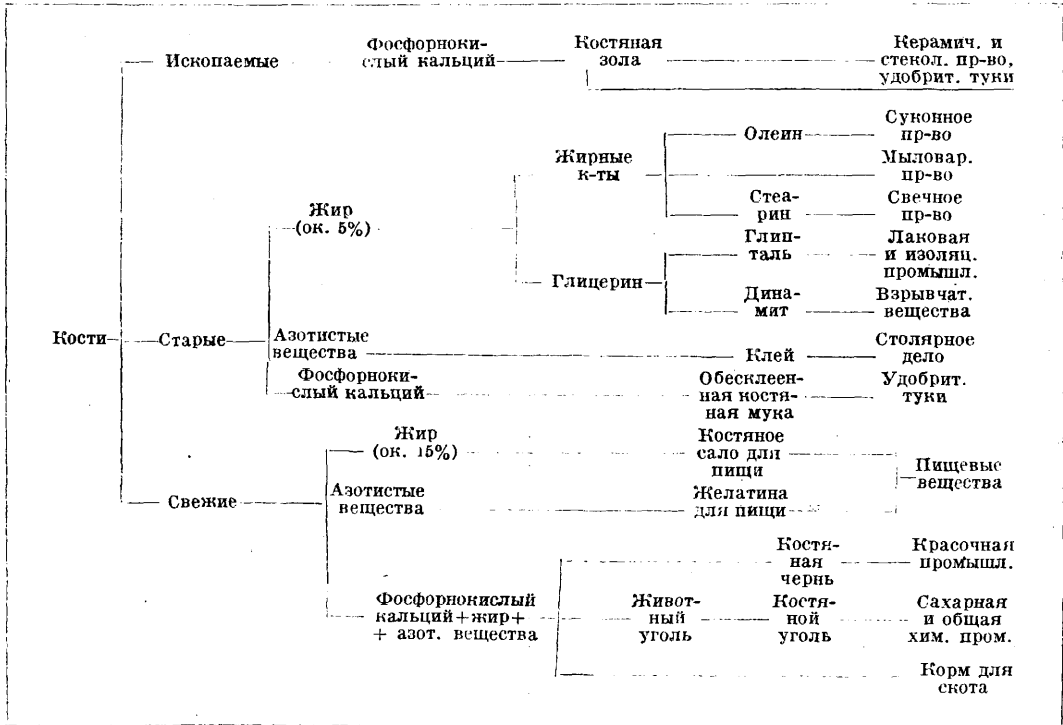
К. допускает наряду с обычными приемами механич. обработки также расщепление на волокна. Для этой цели обезжиренную К. выдерживают в 20%-ной со-

ляной кислоте при 35° (время выдержки зависит от возраста К.); после этого К. промывают водой и содой, отбеливают (например хлорной известью) и измельчают в ударных машинах. Полученный продукт состоит из гибких, мягких волокон с занозистой поверхностью; его можно прядь в нити. Трудная возгораемость, малая тепло- и электропроводность делают такой материал пригодным для тепло- и электроизоляционных целей, в частности для паровых котлов, а также в качестве наполнителя для каучуковых составов [3].

Переработка К., химическая и механическая, состоит в выделении из нее главных составных частей—белков, жиров и минеральных солей, которые либо применяются непосредственно либо служат сырьем для дальнейшей переработки К. дана ниже. Белковые вещества, как наиболее легко разлагающиеся добываются по преимуществу из свежих костей; жиры добываются как из свежих, так и из старых ко-

стей, а минеральные вещества (в виде костяной золы) добываются также из костей ископаемых (см. ниже). Костяная зола, или же костяная земля, получается прокаливанием костей животных при доступе воздуха, причем органическое вещество нацело выгорает и остается только минеральное в виде белой массы. Для получения костяной золы служат уже использованные кости (например после удаления из К. жира и клея) и отработанные костяные продукты либо она получается как отброс при применении костей в качестве топлива. Последнее имеет место наприм. в южноамериканских степях, где в 70-х гг., за недостатком растительн. топлива, отопление производилось просушенными костями крупного скота. Образовавшиеся около жилищ горы костяной золы в настоящее время экспортируются гл. обр. как удобрительный тук. По Румплеру, в средней пробе этой золы содержится 67,2% фосфорнокислого кальция, 3,6% углекислого кальция и 1,1% окиси кальция; в отдельных случаях содержание Са<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> может подниматься до 75%, а СаО—до 10%. Костяная зола потребляется в керамическом, стекольном и красочном производствах. В керамич. производстве костяная зола используется для получения фарфа; при небольшом содержании в массе, идущей на мягкий фарфор, костяная зола служит плавнем, а при содержании > 17% она повышает огнеупорность фарфора, не понижая в то же время просвечиваемости фарфорового черепа. Специальный английский, или так называемый костяной, фарфор выделяется с содержанием костяной золы до 40—50%. Костяной золой пользуются также при производстве фарфо-

Схема химической переработки кости.



ровых и каменных масс, имитирующих по внешнему виду рог и слоновую К. Например для имитации слоновой К. берут: 20 ч. богемского каолина, 23 ч. обожженного каолина, 22 ч. кварца и 55 ч. костяной золы; в качестве глазури применяется фритта из буры. Окраска под цвет натуральной слоновой К. сообщается добавлением на 250 кг массы 0,5 кг рутила, причем масса д. б. чисто белой и не содержать железа; добавка окисей марганца или никеля вместо рутила дает несколько буроватый тон. Для составления мягкофарфоровой массы непосредственно из сырья смешивают:

	1-я масса	2-я масса
Полевого шпата, вес. ч. . . . .	29	28
Кварца, вес. ч. . . . .	25	46
Костяной золы, вес. ч. . . . .	2	2
Целличного каолина, вес. ч. . . .	45	0
Гидроокиси алюминия, вес. ч. . .	0	27,8

О переработке К. на костяной уголь см. *Животный уголь*; другие методы химич. переработки кости — см. *Глицерин, Жиры и масла, Клей и Фосфорные удобрения*. Для пищевой промышленности приемы переработки К. были предложены еще Либихом (в 1878 г.). По Норденфельду (1885 г.) [4], свежие кости разваривают в папиновом котле. По Тиммису (1896 г.) [5], животное целиком измельчается, полученная масса высушивается, обращается в порошок и варится с различными приправами. Новый метод [6] состоит в тщательном измельчении К. и сухожилий до получения внешне однородного теста, в обработке последнего водой при t° не выше 50°, причем извлекаются все альбуминоиды, и дальнейшей обработке остатка водой при 100° для извлечения со-

лей; при этом из 1 кг костей и сухожилий извлекается ок. 190 г питательных веществ.

**К. ископаемая.** Подвергаясь различным физико-химич. воздействиям при продолжительном лежании на воздухе или в земле, К. желтеет, покрывается трещинами и теряет органич. вещества (сначала жир, затем оссеин). Анализ ископаемой К., пролежавшей более 1000 лет в земле, и К. мастодонта, относимого к третичной эпохе, приведен в табл. 4 (по Жирандену). Ископаемая К.

Табл. 4. — Химический состав ископаемой кости разного возраста.

Составные части	Содержание в %	
	К., пролежавшая более 1000 лет в земле	К. мастодонта
Органич. вещества . . . . .	10—19	0—10
Азот . . . . .	До 2	До 1
Углекисл. кальций . . . . .	9—19	7—14
Фосфорнокисл. кальций . . . . .	41—75,5	64—71
Сернистый кальций . . . . .	0	0—14
Растворимая кремниевая кислота . . . . .	0	0—24

бедна азотом и обогащена фосфатами; промышленная ценность ее определяется главн. обр. применением в качестве фосфорного удобрения. В туковую промышленность идет преимущественно ископаемая К. травоядных животных; естественные скопления ее, слементированные глинистым илом, известны под названием *костяной брекчи*.

Среди ископаемых К. встречаются бивни мамонтов и других вымерших и крупных

млекопитающих; под общим названием мамонтовой К. они идут в подделочную промышленность, находя себе то же применение, что и слоховая К. (см. ниже). Ископаемая К., подвергаясь в природных условиях действию железных и медных солей и частично превращаясь в фосфорнокислые соли железа и меди, имеет красивый голубой или зеленовато-синий цвет, несколько напоминающий бирюзу, вследствие чего подобная К. называется *костяной бирюзой* и применяется в качестве подделочного камня, а также суррогата настоящей бирюзы. Наибольшей красотой и прочностью отличается костяная бирюза, образовавшаяся из зубов млекопитающих—мастодонта, динотерия и др.; в минералогии она называется *одонтолитом*. В отличие от настоящей костяной бирюзы имеет неоднородное строение (со светлыми полосами), меньшую твердость и меньший удельный вес, разрушается при нагревании с раствором едкого кали, при накаливании издает пригорелый запах. Костяную бирюзу, и в частности одонтолит, находят во многих местах—во Франции, Швейцарии и Германии; она попадает также между ископаемыми К. в заброшенных медных рудниках южн. Урала и киргизских степей.

**К. каракатицы**, рыхлое известковое вещество, добываемое из моллюска каракатицы—*Sepia officinalis L.*, рода *Cephalopoda* (головоногих), водящейся у берегов Европы, по преимуществу в Средиземном и Адриатическом морях. К. каракатицы представляет собою родственное кости образование (продукт выделения особых желез кожи)—внутреннюю раковину, или спинную пластинку, моллюска. Это—яйцевидно удлинненное двояковыпуклое образование, длиной 9—25 см и шириною 4—8 см. Спинная поверхность этой кости—плотная, гладкая и менее выпуклая, чем внутренняя, рыхлая; края тонкие и довольно широкие; нижняя часть образования выдается и оканчивается заостренным.

К. каракатицы собирается рыбаками как выброшенный морем остаток мертвых животных или добывается из многочисленных животных, вылавливаемых для пищи. Это—белое губчатое мягкое вещество, легко режущееся ножом (кроме переднего края) и обрабатываемое пилой; под действием соляной или уксусной кислоты выделяет  $\text{CO}_2$ . В состав К. каракатицы входит:  $\text{CaCO}_3$  (80—85%),  $\text{NaCl}$ , животный клей (глитина 7% и конхиолина 6—7%), а также вода и следы солей магния.

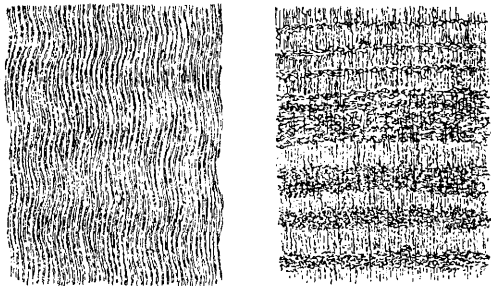
Главное применение К. каракатицы—в измельченном виде при производстве зубных порошков. В измельченном виде К. каракатицы применяется также как абразивный материал для тонкой полировки. В виде кусков она употребляется ювелирами (формы для отливки золотых изделий, например колец) и в комнатном птицеводстве.

**Слоновая К.**, твердый, упругий, обычно белого или светложелтого цвета материал мелкой промышленности, типичным представителем которого служит индийская слоховая кость, получаемая из бивней слона. На рынке различают следующие виды: жи

вую слоховую кость, растительную и искусственную.

1. **Животная слоховая К.** представляет собою зубное вещество крупных млекопитающих—слонов индийских и африканских, мамонтов, гиппопотамов, моржей, нарвалов, кашалотов и отчасти кабанов. Наилучшими технич. качествами отличается К. гиппопотамовая, к которой близка по качеству слоховая К., получаемая от индийских слонов. Слоховая К. низкого качества, поступающая в продажу под назв. *рогарабы-меч*а, доставляется нарвалом, принадлежащим к классу китообразных. Слоховая кость в тесном смысле, т. е. от слона, содержит 56—59% (иногда до 64%) фосфорнокислого кальция, небольшое количество углекислого кальция, 24% органических веществ, при кипячении с водой дающих желатину, и 11% воды; состав других видов животной слоховой К. близок к указанному выше. В физич. отношении слоховая К. характеризуется следующими константами: модуль упругости—900 кг/мм<sup>2</sup>; скорость звука—3 012,7 м/сек; показатель преломления  $n_D$  для обыкновенного луча 1,5392, для необыкновенного 1,5407; диэлектрич. коэффициент (при частоте 80—85 пер/сек.)—6,90; объемное электр. сопротивление— $2 \cdot 10^8 \Omega\text{-см}$ ; поверхностное электр. сопротивление при 90—100% относительной влажности воздуха— $4 \cdot 10^7 \Omega\text{-см}$ ; отношение удельных сопротивлений  $e_{30}:e_{20}$  при изменении  $t^\circ$  с 30° на 20° составляет 0,62.

**Строение слоховой К.** По анатомич. строению зубы млекопитающих состоят из соединительной ткани, *дентина*, на которую на выступающей части зуба (коронке) наложен слой твердого рогообразного вещества—зубной эмали; часть, скрытая в



Фиг. 2.

дентине (корне), покрыта слоем костеобразного вещества—зубного цемента. Химически дентин близок к костному веществу, но отличается от него по структуре, т. е. состоит из массы т. н. глобулярного строения, сложной мелкими шариками (глобулами).

Гистологич. строение дентина слоновой и мамонтовой кости характеризуется четырьмя системами линий: 1) дентиновые каналы—слегка волнистые линии, направленные  $\perp$  к внешней поверхности; 2) контурные линии, видимые на радиальном сечении бивня и состоящие из чередующихся темных и светлых полосок, пересекающих дентиновые каналы под прямым углом; 3) зоны нарастания—темные и светлые полосы, параллельные контурным линиям; 4) перевертые линии—видимый на поперечном сечении ромбический рисунок, называемый *гильшоу* в честь английского исследователя (см. фиг. 2—продольный и поперечный разрез слоховой кости).

Виды животной слоновой К. Настоящая слоновая К.—см. ниже. Гиппопотамовая К. получается главным образом из нижних клыков гиппопотамы. При высушивании зубы расщепляются по длине на две равные части; дентин этой К.—чисто белого цвета и показывает слабую гильшировку. По качеству гиппопотамовая кость отличается особенно высокими свойствами, но не дает кусков значительной величины. Моржовая кость добывается из клыков двух видов моржа. Вдоль этих клыков по всей длине проходит остеоидентинный сердечник, к-рый называется промышлениками «свилю» и технически не применяется. Нарваловая К., или «рыбий зуб», представляет собою верхние бивни (левые) взрослого самца нарвала, пронизанные бесчисленными трещинами и бороздами и покрытые слоем цемента. Кашалотовая К. характеризуется желтовато-бурым дентином, сквозь к-рый проходит полупрозрачный белый или янтарно-желтый остеоидентин; кость эта встречается лишь в виде мелких кусков и потому идет на выделку мелких предметов.

Обработка слоновой К. Свежедобытый клык слона, теряя влагу, ссыхается в продольном и в радиальном направлениях; сушка, во избежание появления трещин, должна производиться очень медленно. Животная слоновая кость обрабатывается подобно дереву, но с некоторыми предосторожностями, чтобы не получить больших отходов ценного материала и не вызвать растрескивания. Распиловка ее производится тонкой пилой с довольно крупными неразведенными зубцами. На токарном станке стараются отрезывать кольца, а не снимать стружку; режущими инструментами слоновую кость стараются не строгать, а скоблить. Шлифовка производится хвощом с водой, затем отмученной пемзой с водой; при подготовке поверхности к гравировке шлифование производят при помощи щетки или войлока. Полируется слоновая кость трепелом или мелом на тряпке с мыльной водой. Существуют приемы размягчения слоновой К., например в разбавленной уксусной к-те, азотной к-те (6 ч. кислоты на 15 ч. воды; изделие выдерживается в жидкости 3—4 дня) и в фосфорной к-те удельн. веса 1,13. Размягченный материал теряет часть фосфорнокислого кальция и тогда может гнуться и формоваться. Для возвращения твердости отформированный материал обрабатывают горячей водой или выдерживают в порошке сухой поваренной соли. По другому способу слоновую кость для размягчения погружают на 24 часа в раствор квасцов с добавкою соляной кислоты. Все подобные приемы ухудшают качество слоновой К. Склепку слоновой кости производят при помощи рыбьего клея, растворенного в разбавленном спирте; чтобы сделать места склейки менее заметными, к клею прибавляют цинковых белил. Другой рецепт клея: 1 ч. мыла и 2 ч. желатины в 30 ч. воды; раствор упаривают до  $\frac{1}{5}$  объема, фильтруют в горячем виде и разбавляют раствором мастики в 1,5 частях спирта, добавляя еще 1 ч. цинковых белил. Хрупкость очень старой слоновой кости

может быть уменьшена кипячением изделий в водном растворе белка. Отбелка пожелтевшей слоновой кости производится водной сернистой кислотой в течение 2—4 час. (газообразный  $\text{SO}_2$  вызывает растрескивание), или выдержкой на солнце в увлажненном состоянии под колоколом, или погружением на несколько дней в раствор хлорной извести (1:4), или наконец покрытием изделия смесью скипидара со спиртом (1:3) и последующим высушиванием на солнце. Сохранение белизны достигается выдержкой изделий в растворе из 25 частей чистых цинковых белил, 40 см<sup>3</sup> воды и 50 г конц. соляной кислоты, разбавленной 150 см<sup>3</sup> воды, к которому добавляют столько аммиака, чтобы выпавшая сначала гидроокись цинка вновь растворилась; голубовато-белый тон достигается прибавкой медного купороса. Для отбелки пожелтевших фортепианных клавишей их промывают раствором соды и накладывают жидкое тесто из хлорной извести, которое через несколько часов смывают водой.

Окраска слоновой К. может производиться методами, указанными выше для окраски К. вообще; кроме того существует ряд приемов окрашивания, годных только для слоновой К. Так, черная окраска достигается выдержкой изделий в слабом растворе азотнокислого серебра и последующей сушкой на солнце или трехчасовой выдержкой в 10%-ном отваре кампешевого дерева с содой и последующей обработкой 7%-ным раствором хромовокислого калия; пурпурно-красная — выдержкой в растворе хлорного золота и последующей сушкой на солнце; желтая — многочасовой выдержкой в растворе уксуснокислого свинца и последующей обработкой раствором двуххромовокислого калия; бирюзовая — аммиачным раствором окиси меди; коричневая — аммиачным раствором пирогаллола; хороший результат дает также марганцовокислый калий (см. выше). Бильярдные шары из естественной и искусственной слоновой кости подвергают 6—15-минутной обработке раствором эозина в 90%-ном спирте, подкисленном уксусной кислотой; затем шары обмывают, просушивают и натирают раствором воска в скипидаре; места, которые должны оставаться белыми, перед погружением в ванну покрывают воском. Слоновую кость можно также серебрить, для чего ее сперва чернят раствором азотнокислого серебра, а затем полируют кожей.

Для цветной гравировки по слоновой К. материал шлифуют, полируют и покрывают литографской олифой; по высыхании ее наносят гравировку, и наконец предмет травится в соляной к-те при 5° Вё. Для получения определенного цвета к соляной кислоте прибавляют: для голубого цвета — индиго-кармин, для красного — красный кармин, для зеленого — медную краску, для желтого — шафран и т. д. Для получения черной гравировки поверхность предмета, на которой нанесен слой воска и процарапан узор, обрабатывают водным раствором азотнокислого серебра, после чего предмет выставляют на солнце; через 1—2 дня рисунок вполне чернеет. Существуют различные приемы на-

несения на поверхность слоновой кости фотографических изображений. Для наклейки отпечатков, выполненных на целлюлоиде, употребляют лак Валенти (5 ч. даммара, 1 ч. мастики, 100 ч. нитробензола и 2 части лавандового масла). Для получения отпечатка непосредственно на слоновой кости отшлифованное изделие выдерживают 2—3 дня в растворе двойной щавелевокислой соли железа и аммония; после просушки экспонируют под негативом (45—60 мин.) на солнце и проявляют раствором щавелевой кислоты и красной кровяной соли; после просушки избыток светочувствительной соли удаляют кистью. Для получения синего тона отпечаток погружают в слабый раствор цианистого калия.

Лучший сорт настоящей слоновой кости идет из Гвинеи; он полупрозрачен, тверд и менее других желтеет со временем. Восточноафриканская слоновая кость поступает через Абиссению; этот сорт менее прозрачен, темнее западноафриканского, часто имеет изломы и трещины и быстрее желтеет. Индийская и индо-китайская слоновая кость вывозится преимущественно в Китай; более редкий и более ценный сорт ее—сиамская слоновая К. Гиппопотамовая К. похона на слоновую, но более, тверже и характеризуется синеватым оттенком. Другие виды животной слоновой К. по качеству ниже перечисленных. Будучи добываемая из животных вымирающих (слоны, гиппопотамы, кашалоты, моржи) или вымерших (мамонт), животная слоновая кость становится постепенно материалом все более редким, и импорт ее сокращается; тем не менее, вследствие конкуренции со стороны растительной и искусственной слоновой К., цена настоящей слоновой К. падает. Так, в 1890 году в Антверпене 1 кг животной слоновой К. стоил 24 фр., а в 1900 г.—только 10 фр. В начале 20 века европейки получали в год около 600 т животной слоновой К., из которых половина шла в Великобританию. В 1898 году в Англию было ввезено слоновой К. 500 т на 410 000 фн. ст., а в США—135 т на 428 000 долл.

2. Растительная слоновая К. Растительные заменители слоновой К. получаются из различных видов тропич. пальм и представляют собою б. ч. питательную ткань (эндосперм) семян, стенки клеток которой состоят из угловатой целлюлозы. Сюда относятся так называем. каменные орехи слоновокостных пальм (*Phytelerphas*), винной пальмы (*Raphia vinifera*) и пальмы дум (*Nurhaene thebaica*), соломоностровские и каролинские орехи, доставляемые разными видами *Coelococcus*; кроме того в качестве растительной слоновой К. в промышленности идет также твердая скорлупа (эндокарп) орехов нек-рых пальм *Attalea*. Наибольшую рыночную ценность представляют настоящие каменные орехи—семена *Phytelerphas*. Сплодия этих деревьев, величиной с голову, состоят из 6 или более сросшихся грушевидных плодов; каждый из этих плодов содержит от 4 до 6 орехов, неправильно яйцевидных, окруженных очень твердой хрупкой скорлупой черного цвета; зерно, буроватое с поверхности, внутри голубоватого или желтовато-белого цвета. Особенно ценятся мелкие орехи, так как крупные при просушке дают трещины. В сухом состоянии растительная слоновая кость трудно режется ножом, но хорошо обтачивается и принимает краску; в теплой воде она несколько размягчается. Применяется она для производства пуговиц, запонок, набадашников как имитация слоновой К., окрашивается под коралл и бирюзу; крошка идет на корм скоту, для фальсификации пряностей, кофе и т. д. Растительная слоновая К. является

одним из важнейших предметов вывоза для побережья Мексиканского залива.

Обработка. Растительная слоновая кость из семян пальмы дум (корозо) обладает естественной розовой окраской; эта последняя может быть уничтожена, причем материал становится непрозрачным и способным прокрашиваться в различные цвета, если его обезжирить раствором мыла, затем отбелить в растворе алюмината натрия, промыть, обработать раствором марганцовокислого калия, затем снова промыть и снять побурелость раствором бисульфита натрия; обработку заканчивают покрытием изделия лаком [?]. Окраска растительной слоновой К. ведется после обезжирения изделий бензином, промывки 5%-ным раствором поташа, отбелки 2—3%-ным водным раствором щавелевой к-ты, погружения на несколько секунд в конц. серную кислоту и наконец тщательной промывки. Для окраски применяют фуксин, эозин, роданин, маляхитовый зеленый, метиленовый зеленый, сафранин, бисмарк коричневый, хризидин, метиленовый синий, различные азокрасители, джутовый черный и черный баг; окрашивание ведется в теплой ванне, без каких-либо прибавок. Индулин, прочный синий и блестящий красный RR применяются в растворах с 2% квасцов и 2% уксусной кислоты. Для тусклых тонов применяют диаминовые красители, причем предметы кипятят в течение 1 часа в их растворах с прибавкой 1 г соды и 5—10 г глауберовой соли на 1 л воды, и охлаждают в той же ванне. При окрашивании основными красителями в ванну добавляют уксусной к-ты. Можно также тонировать растительную слоновую К., протравливая ее металлч. солями, иногда в присутствии дубильных веществ или пирогаллола. Железный купорос дает оттенки крем и шамуа, медный купорос—от желтовато-зеленого до оливкового; слабые растворы уксуснокислого железа дают желтовато-серый тон, а при последующей обработке 1%-ным раствором таннина—голубовато-серый; тот же раствор с последующей обработкой пирогаллолом (1%-ный раствор)—красновато-серый тон. Медный купорос и обработка 1%-ным раствором таннина дают табачно-бурый цвет; железный и медный купорос с обработкой таннином—глубокий серый, та же смесь с обработкой пирогаллолом—от бурого до черного; для более темных тонов следует применять более крепкие растворы. Выдержка в 8%-ном растворе иодистого калия и обработка после просушки 2,5%-ным раствором сулемы дают розово-красный цвет. Можно получать также иризирующую окраску изделий из растительной слоновой К., выдерживая их последовательно в растворах: а) азотнокислого серебра, б) сулемы, затем в) солей железа, олова, меди или сурьмы и наконец обрабатывая парами сернистого аммония.

Полировка изделий из растительной слоновой К. производится на полировальных камнях различн. твердости. Камень для первой шлифовки готовится из смеси 70 ч. наждака, 0,4 ч. серного цвета, 18 ч. окиси цинка и 8 ч. шеллака в тонком порошке; смесь прессуется в формах при постепенной

возрастающем давлении. Камень для тонкой шлифовки изготавливается из 50 ч. наждака «0000», 5 ч. серного цвета, 27 ч. окиси цинка и 8 ч. шеллака. Окончательная отделка достигается полировальными шарами, покрытыми станиолом или посыпаяемыми окисью цинка, тальком или крокусом.

Существует ряд пластич. масс для подделки растительной слоновой К. Одна из таких композиций изготавливается из бумажного теста, клея, мела, измельченной кожи и вареного картофеля [8]. По другому способу, листы бумаги пропитывают животным клеем, накладывают друг на друга, дубят и после отверждения при помощи известковой воды, сильно прессуют во влажном состоянии при высоком давлении [9]. Третий способ состоит в образовании теста из измельченной в порошок несклеенной бумаги, цинковых белил и раствора сандарака. Полученное таким образом тесто вальцуют или прессуют.

3. Слоновая К. искусственная. Многочисленные виды искусственной слоновой кости могут быть подразделены на три группы. 1) Искусственная слоновая К., подобная естественной по внешнему виду и физич. свойствам и близкая к ней по химическому составу. Исходным сырьем для получения материалов этой категории служат слоновая К. естественная (например отходы при обработке), а также К. и рога животных. 2) Искусственная слоновая кость, подобная естественной по виду и физическ. свойствам, но резко отличающаяся по хим. составу. Сюда относятся главн. обр. продукты обработки и переработки целлюлозы и ее эстеров—различные виды специального палье-маше, пергамента, целлюлоида и т. д.; сюда же следует отнести казеиновые, гуттаперчевые, альдегидно-фенольные и прочие пластические массы. 3) Искусственная слоновая К. подобна естественной по виду, но существенно отличается от нее как по многим физическим свойствам, так и по химическому составу. К этой группе относятся многие пластические массы, и в частности керамические, в роде слоновокостного фарфора (см. выше).

Для превращения К. животных или отходов, получаемых при обработке слоновой кости, в сплошные массы, по физич. свойствам близко подходящие к настоящей слоновой К., исходный материал обычно размягчают варкой, распариванием или химическ. мацерированием и затем цементируют белковыми веществами, смолами или неорганическ. соединениями, применяя в некоторых случаях и прессование. 1) Способ Микша (Micksch). Смесь составляется из естественной слоновой кости в виде опилок или мелочи, измельченной животной кости и обрезков рога в пропорции 2:2,5:0,5. Исходные вещества выдерживают порознь 10—14 дней в ваннах, составленных по следующим рецептам:

Обработ. материал	Состав ванны
Слоновая кость . . . . .	20% фосфорной к-ты, 10% винной к-ты, 1% соляной к-ты
Кость животная . . . . .	100 ч. углекислого натрия, 40 ч. уксусной к-ты, 24 ч. лимонной к-ты
Рог . . . . .	10% едкого натра, 6% фосфорной кислоты, 2% азотной кислоты

Получившиеся кашицы смешивают при  $t^{\circ}$  30—35°, отжимают на ситах, размешивают со спиртом и затем к ним добавляют резиновый, шеллакового или канифольного лака (иногда волокна склеиваются казеином или клеем). Полученная масса может отливаться или прессоваться. Предметы из нее—нехрупки, кислотостойки, полируются, обрабатываются на токарном станке, выдерживают значительное нагревание. Своим просвечивающим видом эта масса напоминает желтевшую слоновую К. Отбелка, в случае надобности, производится перекисью водорода. 2) Способ Мунка. Измельченную К. подвергают 10—14-дневному воздействию хлорной извести, затем промывают, просушивают, обрабатывают паром в котле, смешивают с 2,5%-ным раствором квасцов, окрашивают и отливают в формы. Полученные изделия отверждают 8—10-часовым действием холодного раствора квасцов. 3) Способ Майялла (Mayall). Тесто, приготовленное из равных частей костяного порошка и яичного белка или клея или же из 2 ч. сернокислого бария и 1 ч. белка, подвергают прессованию. 4) Искусственная слоновая К. из белил. 5 ч. порошка слоновой К. и 3 ч. свинцовых или цинковых белил перемешивают с раствором 8 ч. белого шеллака в 16 ч. этилового спирта; смесь нагревают до 100° и прессуют в формах, нагретых до 150°, после чего изделия обтачивают и полируют. 5) Способ Паркерта (O. Parkert). К 400 ч. тонкой костяной муки прибавляют 7 ч. безводного фосфорнокислого аммония и прессуют массу в формах; для более быстрого схватывания иногда добавляют к смеси раствор гуммилака; растворные осесина м. б. предотвращено добавкой небольшого количества сернокислого цинка. 6) 200 ч. казеина растворяют в 50 ч. водного аммиака (или 450 ч. альбумина — в 400 ч. воды) и добавляют последовательно: 420 ч. негашеной извести, 150 ч. уксуснокислого алюминия (при изготовлении предметов темного цвета заменяется 75—100 ч. таннина), 50 ч. квасцов, 1200 ч. жженого гипса и 100 ч. растительного масла. После тщательного вымешивания массу раскатывают в листы желаемой толщины, просушивают и подвергают горячей прессовке. После прессовки изделия выдерживают в ванне из 10 ч. воды, 100 ч. светлого клея и 1 ч. фосфорной кислоты, затем просушивают, полируют и покрывают раствором гуммилака. Подобный же состав применяется для изготовления бильярдных шаров [10]. 7) Способ Гиатта (Hyatt) [11]. 8 ч. гуммилака растворяют в 32 ч. водного аммиака уд. в. 0,995 при непрерывном встряхивании и  $t^{\circ}$  37,5°; к полученному сиропообразному раствору добавляют 40 частей окиси цинка, тщательно перемешивают и растирают на краскотерке. Смесь накладывают на стеклянные пластины и сушат на воздухе; после просушки ее размалывают в тонкий порошок, который подвергают прессовке при давлении 160 кг/см<sup>2</sup> и температуре 125—137,5°. В случае надобности к смеси добавляется краска. 8) Способ Паркерта. Плавят 40 ч. буры с 20 ч. углекислого натрия и с анилиновой краской; сюда же добавляется 75 частей литопона, 18 ч. цинковых белил и 12 ч. асбеста. 9) Способ Гарраса [12]. За-

готовляют три состава: а) процеженный через полотно раствор 100 г светлого клея в 1 л воды; б) целлюлозную суспензию из 50 г отбеленной целлюлозы или бумажной массы и 3,5 л воды; в) теплый раствор 50 г квасцов в 1 л кипящей воды. Далее смешивают 75 г раствора (а), 200 г суспензии (б), 200 г воды и 250 г алебастра, пропущенного через тонкое сито; после тщательного размешивания добавляют 200 г раствора (в) и полученный состав разливают по металлическим формам, смазанным маслом; формы должны иметь рамки. По удалении пузырьков воздуха формы накрывают влажным холстом и, наложив железную или деревянную пластинку, соответствующую обранию форм, кладут под пресс. По истечении 15 м. изделие м. б. извлечено и тогда его очищают от жирных веществ в бане из кипящей воды. Затем его просушивают в шкафу и погружают в кипящую ванну из равных количеств воска и стеарина, где выдерживают до пропитки. После охлаждения изделиям сообщают глянец шелковыми щетками. 10) Искусственная слоновая кость из казеина. Размешивают в мялке смесь из 100 ч. казеина и 20—60 ч. 90—95%-ного спирта, затем добавляют 5—10 ч. буры в водном растворе; после тщательного размешивания тесто раскатывают и полученные пластины прессуют в горячих формах под давлением 15—50 кг/см<sup>2</sup>. После этого пластины выдерживают в течение 12—24 часов, смотря по толщине, в 15—20%-ном растворе уксусного, бензойного или кротонного альдегида или в смеси этих веществ и просушивают в токе теплого воздуха. 11) Способ Сореля. 50 ч. картофельного крахмала смешивают с 50 ч. 55%-ного раствора хлористого цинка, 5 ч. окиси цинка, 1 ч. винного камня и 1 ч. соляной к-ты. 12) Искусственная слоновая К. из извести [13]. 100 ч. негашеной извести, 0,16 ч. углекислого кальция, 1—2 ч. окиси магнезия, 5 ч. осажденной гидрокиси алюминия, 20 ч. альбумина и 15 ч. желатины смешивают с раствором 75 ч. фосфорной кислоты (уд. в. 1,05—1,07) в 300 ч. воды. Тесто формируется, после чего изделия сохнут при 15—22° в течение 1—2 дней, а затем подвергаются горячей прессовке в формах при 122° и давлении 300 кг/см<sup>2</sup>. 13) Отделка поверхности искусственной слоновой К. [14]. Для имитации характерного рисунка естественной слоновой кости изделия покрывают смесью из 80 ч. жидкого коллодия, 60 ч. сандарака и 2 ч. скипидара.

Предложены также имитации слоновой К. из синтетическ. смол. 14) Способ Эллиса [15]. Ацетон и формальдегид подвергаются конденсации в присутствии катализаторов; когда продукт достигнет сиропообразной консистенции, к нему примешивают, охлаждая при этом, раствор едкой щелочи и затем разливают в холодные формы. 15) Способ Паркера [16]. 4 ч. фенольной лаковой смолы (резинита или бакелита) смешивают с 1 ч. копалового лака, 3 частями целлюлозной крошки и 1—2% серноокислого бария. Для более легких масс смешивают 2 части целлюлозной крошки, 3 ч. фенольной смолы и 1 ч. магнезии. Для очень легких масс требуется 4 ч. целлюлозной крошки, 1 ч. бумажной муки и 2 ч. резинитового лака; сюда добавля-

ется некоторое количество цинковых белил или магнезии. 16) Способ Маркварда. Через раствор 2 ч. каучука в 32 ч. хлороформа пропускают газообразный аммиак до полного обесцвечения раствора; полученный пенный продукт промывают водой при 85°, прессуют и замешивают в тесто с нек-рым количеством хлороформа и тонко растертого фосфорнокислого кальция или углекислого цинка; из этого теста прессуются изделия. 17) Способ Дедда (R. Dedd). Исходным материалом служат бобы сои, к-рые подвергаются обезжириванию под прессами или экстракцией и размалыванию в муку. Вода, пастообразная на 10 кг этой муки, после процеживания нагревается до 49° и смешивается с краской и раствором из 1 кг серноокислого алюминия и 200 см<sup>3</sup> формалина (или же из 4 кг серноокислого алюминия, 200 см<sup>3</sup> соляной кислоты, 200 см<sup>3</sup> формалина) в 4 500 см<sup>3</sup> воды. Пластики, массу разливают по формам, отливки отверждают в формалиновой ванне и сушат. *Lum.*: 1) Г. П. 204455; 2) Австр. П. 46039; 3) Г. П. 197257; 4) Ан. П. 8423/85; 5) Ан. П. 2020/96; 6) Австр. П. 2225; 7) Г. П. 239586; 8) Австрийский П. 308643; 9) Г. П. 342697; 10) Г. П. 12132; 11) Г. П. 16413; 12) Г. П. 3008; 13) Г. П. 55246; 14) Г. П. 125535; 15) Ам. П. 1514509 (ср. также Ф. П. 478874); 16) Parkert O., «Kunststoffe», München, 1916, Jg. 6, p. 39.

Огнев И. Ф., Курс гистологии, Москва, 1925; Терлецкий Г. Н., Производство роговых и костяных изделий, Екатеринбург, 1892; Friedberg W., Verwertung d. Knochen auf chemischem Wege, Wien—Leipzig, 1904; A n d é s L., Verarbeitung d. Hornes, Elfenbeins Schildpattes, d. Knochen und d. Perlmutter, Wien—Leipzig, 1911; Fischer, Verarbeitung d. Hölzer, d. Hornes u. s. w., Leipzig, 1890; «Leipzig. Drechsler-Zig», Leipzig, 1911, p. 439 (переработка кости); «Techn. Rundschau», Berlin, 1908, p. 64 (принцип переработки); Haefke H., Die technische Verwertung v. thierischen Kadavern, Wien—Leipzig, 1899; Pöschl V., Warenkunde, 2. Auflage, B. 2, p. 315—318, Stg., 1924; Scherer R., Lebensmittel, W.—Leipzig, 1919; Bersch E., Moderne Landwirtschaft, W.—Lpz., 1903; Pogue S. E., The Turquoise, «Memorials of the National Academy of Sciences», Washington, 1914, v. 12; «Sprechaal», Coburg, 1884, p. 524; 1902, p. 1122; 1904, p. 643; 1908, p. 332; H a n z a u s e k Ed., Die Technologie d. Drechslerkunst, Wien, 1911; Wiesner J., Rohstoffe d. Pflanzenreiches, 4. Auflage, B. 2, Leipzig, 1928; H a n a u s e k, Lehrbuch d. Materialkunde, W., 1891; L e h n e r S., Die Imitationen, 4. Auflage, W.—Lpz., 1926; M o l i s c h H., «Zentralorgan f. Warenkunde u. Technologie», p. 103, Stg., 1891; F r i t s c h J., Fabrication des matières plastiques, p. 315—323, Paris, 1926; L e h n e r S., Die Imitationen, 4. Auflage, W.—Lpz., 1926; F i s c h e r E. J., «Kunststoffe», Mch., 1916, Jg. 6, p. 104, 116.

П. Флоренский.  
**КОСТЯНАЯ МУКА**, фосфорнокислое удобрение, приготовляемое из костей животных. Химический состав костей по Гольдефлейсу приведен в табл. 1.

Табл. 1.—Химический состав костей по Гольдефлейсу (в %).

Составные части костей	Лошадей	Рогат. скота	Свиной
Органические азотсодержащие вещества . . . . .	36,19	33,65	—
Азота в них . . . . .	5,56	5,22	5,39
Минеральные вещества (всего в них содержится): . . . . .	63,81	66,55	—
Фосфорной к-ты * . . . . .	24,56	26,18	23,0
Углекислоты . . . . .	4,14	4,03	—
Серной к-ты . . . . .	0,17	0,18	—
Кальция . . . . .	34,2	34,09	29,56
Магнезия . . . . .	0,34	0,66	0,58

\* P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> находится в костях гл. обр. в мало подвижной форме [Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>].

Применение костей на фосфорнокислом удобрении практиковалось с давних пор и до появления томашлака К. м. была одним

из самых распространенных фосфорнокислых удобрений. С появлением томашлака и по мере развития суперфосфатного производства К. м. в странах З. Европы все более отстывает на задний план. В 1927/28 году К. м. в СССР производилось около 29 000 т, или 15% от всего производства фосфорнокислых удобрений у нас. При надлежащей организации сбора костей производство К. м. в СССР может быть увеличено во много раз. В зависимости от характера переработки кости получаются разные виды К. м.

При примитивной обработке кости, т. е. только при дроблении и размоле, получается сырая К. м. Для лучшего измельчения кости ее предварительно сушат. Получаемый продукт представляет жирную и мажущую, желто-серую комковатую массу с содержанием 16—24%  $P_2O_5$ , 3—5% N и 25—30% CaO. Благодаря трудности полного измельчения сырости и высокому содержанию в полученной К. м. жировых веществ, затрудняющих ее разложение, этот вид К. м. считается наихудшим и в настоящее время в странах З. Европы отсутствует на рынке. Более совершенным, но все же примитивным способом обработки костей является предварительное обезжиривание костей в кипящей воде, затем сушка и размол, к-рый в этом случае производится легче и более совершенно. Этот вид К. м. называется пареной необескленной К. м. Она желто-белого цвета, содержит 19—23%  $P_2O_5$ , 3,8—4,5% N и достаточно суха. В парфюмерном, желатиновом и нек-рых других производствах кость подвергается более совершенной обработке. Получаемая из нее К. м. является сухой обескленной и в значительной мере обезжиренной, содержит до 27—32%  $P_2O_5$ , до 25% CaO и только 0,5—2% N. С удалением избытка жировых веществ фосфор К. м. становится более доступным для растений, так как оставшееся органическое вещество легко минерализуется в почве, а оставшийся азот также хорошо используется растениями.

В сравнительной оценке К. м. как фосфорнокислого удобрения существует большое разногласие. Данные многочисленных работ, проведенных в Германии, Англии и Японии, противоречивы. Действие К. м. зависит от почвы, от растения, от сопутствующих удобрений и от общих климатич. условий. По немецким данным (Шульце, 1910—12 гг.), относительное действие К. м., по сравнению с суперфосфатом (действие к-рого принято за 100) и с томашлаком, выражается такими числами:

Растения	Томашлак	Костяная мука	
		обезжиренная	обескленная
Злаки (овес, ячмень)	109	50	55
Разные (горчица, гречиха)	143	70	76
Бобовые (вика, сераделла)	137	45	50

По данным полевых опытов Научн ин-та удобрений (1928 г.), обескленная К. м. по своему действию стоит заметно выше фосфорита, но уступает действию суперфосфата. Удобрения вносились из расчета 60 кг  $P_2O_5$ .

Немецкие авторы рекомендуют применять К. м. на легких почвах, а также на верховых торфяниках и избегать ее применения на тяжелых почвах. При оценке ими К. м.

Табл. 2.—Действие фосфатов на фоне селитры и калийной соли.

Почвы	Число опытов	Растение	Прибавки от			Относительн. прибавка по сравн. с суперфосф. в % от	
			суперфосф.	К. м.	фосфорита	К. м.	фосфорита
Подзолист. зоны	4	Картофель (клубни)	26,0	22,9	16,3	88	71,2
Сев. черноземы	6	Сах. свекла (корни)	41,1	40,3	27,3	98	66,4
Южн. черноземы	2	Картофель (клубни)	24,5	18,4	13,9	75	56,7

Табл. 3.—Действие фосфатов на фоне сернокислого аммония и калиевой соли.

Почвы	Число опытов	Растение	Прибавки от			Относительн. прибавка по сравн. с суперфосф. в % от	
			суперфосф.	К. м.	фосфорита	К. м.	фосфорита
Подзолист. зоны	4	Картофель (клубни)	39,6	20,3	15,4	51,3	38,8
Сев. черноземы	6	Сахарная свекла (корни)	64,0	53,5	44,7	82,0	70,0
Южн. черноземы	3	Картофель (клубни)	21,3	14,4	8,5	67,6	40,0

ные лабораторные и полевые опыты, проведенные в СССР, заставляют не соглашаться с такой оценкой К. м. и показывают, что на наших истощенных почвах К. м. является достаточно хорошим удобрением. См. Удобрение.

Лит.: Прянишников Д. Н., Учение об удобрениях, Берлин, 1922; Удобрения и урожаи «Труды Научного института по удобрениям», Москва, 1926—27, вып. 1—4; H o l d e f l e i s s, Das Knochenmehl, seine Bedeutung und Verwendung, Berlin, 1890; K l e b e r g e r W., Grundzüge d. Pflanzenernährungslehre u. Düngelehre, B. 2, V., 1927. Д. Друминин.

**КОСТЯНОЕ МАСЛО**, жидкая часть *костяного жира* (см.), получаемая замораживанием его с последующим прессованием.

**КОСТЯНОЙ ЖИР**, жир, получаемый из костного мозга млекопитающих—лошадей, коров, овец и т. п.; имеет салобразную консистенцию. Отделяемая от него прессованием жидкая часть называется **костяным маслом**. Масло, добываемое из копыт животных, называется **копытным маслом**. Для получения К. ж. на бойнях собирают свежие кости, отмывают их водой от крови и грязи в специальных машинах, соскабливают мясо и измельчают в костедробилках. Извлекают К. ж. кипячением костей с водой или действием на них пара. Такой жир носит название **натурального**; он желтоватого или бурого цвета, неприятного запаха. Экстракция К. ж. бензином дает продукт худшего качества, с большим содержанием свободных жирных к-т, кальциевых солей и красящих веществ. Четыреххлористый углерод,  $CCl_4$ , наоборот, извлекает жир по качеству выше натурального и пенный дороже. Натуральный К. ж. легко обесцвечивается отбелными землями; извлеченный бензином—обесцвечивается с



трудом и неполно. Удельн. вес К. ж.  $D_{15,5} = 0,914 \div 0,916$ ,  $t_{п.л.} 21 \div 22^\circ$ ,  $t_{заст.} 15 \div 17^\circ$ , «титр» ( $t_{заст.}$  жирных к-т)  $39 \div 42^\circ$ , содержание воды  $1 \div 1,5\%$ , неомыляемых  $0,5 \div 2\%$ , загрязнения—кальциевые соли жирных к-т.

К. ж. употребляют гл. обр. в мыловаренной промышленности. Мыловары избегают К. ж., полученного экстракцией, т. к. мыло получается неприятного запаха и вида (пятнистое); такой жир употребляется для производства стеарина.

Костяное масло стойко на воздухе и считается одним из лучших смазочных веществ для точных механизмов (часов, швейных машин). Главное требование, предъявляемое к костяному маслу,—способность не замерзать при низких  $t^\circ$ , что важно например для уличных часов. Для получения костяного масла К. ж. охлаждают до  $-15 \div -30^\circ$  и пресуют; получаемый фильтрат сохраняет жидкую консистенцию при  $t^\circ$  выше той, при которой произошло вымораживание.

Копытное масло—жидкой консистенции. Бычье копытное масло—светложелтого цвета,  $t_{заст.} 0 \div 10^\circ$ , удельный вес  $0,9164$ , кислотность (на олеиновую кислоту)  $0,75$ , неомыляемых  $0,12 \div 0,65\%$ ; содержит олеиновую, стеариновую и пальмитиновую кислоты и холестерин; титр  $28 \div 30^\circ$ . Конское копытное масло: удельный вес  $0,9202 \div 0,927$  ( $15^\circ$ ), титр  $27,1 \div 28,6^\circ$ ; обычно оно продается в смеси с бычьим копытным маслом. Баранье копытное масло: уд. в.  $0,9175$  ( $15^\circ$ ),  $t_{заст.} 0 \div 15^\circ$ , титр  $20 \div 21^\circ$ . Копытное масло применяют в качестве смазочного материала, а также в кожевенном деле.

Производство К. ж. распространено главн. обр. в С. Америке и во Франции.

Лит.: Technologie der Fette u. Öle, herausgegeben v. G. Hefter, B. 2, Berlin, 1908; Dubowitz H., «Zeitschrift d. deutschen Öl- u. Fettindustrie», Berlin, 1923, p. 593. С. Иванов.

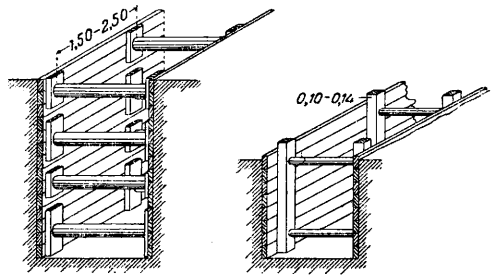
**КОТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА**, см. *Котлы паровые*.

**КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ**, см. *Котлы паровые*.

**КОТЛОВАН**, всякая выемка в земле, сделанная с целью последующего заложения в ней фундамента какого-нибудь сооружения. Котлованы разделяются на открытые и закрытые; первые роют без применения сжатого воздуха, а вторые—с применением (в кессонах). К. бывают сухие, в к-рых нет *грунтовой воды* (см.), и мокрые, которые роют с *водотливом* (см.). Кроме того К. разделяются на сплошные и несплошные, т. е. в виде отдельных рвов (канал) и столбиков. Сплошные котлованы делают при возведении искусственных сооружений (мостов, труб и т. п.) и при устройстве подвальных помещений в гражданских постройках в тех случаях, когда невыбранная междуфундаментная земля по объему незначительна, а для производства работ представляет значительное неудобство.

Основные показатели котлована—его глубина и размеры по низу в плане. Глубина К. определяется отметкой заложения фундамента, которая в свою очередь зависит от рода и качества грунта и от давления сооружения на единицу площади подошвы основания. Размеры котлована в плане должны соответствовать размерам фундамента с за-

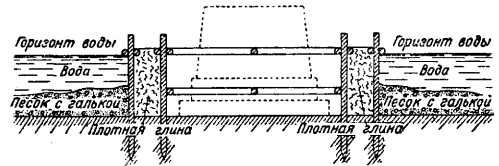
пасом  $5 \div 15$  см в каждую сторону, для того чтобы при некоторой неправильности в вырытии К. заложение кладки фундамента все же было сделано правильно. Кроме того запас между кладкой фундамента и стенкой К. предохраняет от загрязнения кладки осыпающимся грунтом. При слабых грунтах



Фиг. 1.

(рыхлых, сыпучих, сырых), когда не исключена возможность обвала стенок К., размеры его по дну делаются с запасом до  $1$  м. Стенки, ограничивающие открытый котлован, в зависимости от рода, качества и состояния грунта, а также и от глубины выемки К., делают вертикальные или наклонные (откосные) разной крутизны.

Вертикальные стенки К. делают при каменном, щебенистом и плотно слежавшемся грунте, а также в тех случаях, когда по местным условиям, независимо от крепости грунта, стенки К. в силу необходимости приходится делать вертикальными за немением места для откосов. В последнем случае при слабом или сыром грунте, во избежание обрушения стенок К., последние обшивают досками сплошь или вразбежку и укрепляют распорами (фиг. 1). В других случаях при слабых грунтах стенки котлована делают наклонными (откосные). Крутизна откосов зависит от качества и состояния грунта и от глубины К. В тех случаях, когда грунт настолько насыщен грунтовой водой, что для обеспечения устойчивости откосов К. пришлось бы делать их очень пологими—с двойными, тройными и более заложениями (что



Фиг. 2.

значительно увеличивает количество земляных работ, а следовательно и их стоимость), К. ограждают шпунтовым ограждением. Также поступают и в тех случаях, когда поверхность земли, в к-рой требуется вырыть К., покрыта водой,—т. е. забивают один или даже два шпунтовых ряда.

При высоте напора воды до  $3$  м шпунтины делают из досок толщ.  $50 \div 100$  мм, а при высоте напора до  $4,5 \div 5$  м—из брусев толщиной до  $100 \div 250$  мм. Два ряда шпунтин (фиг. 2) на расстоянии между ними в среднем  $1 \div 1,5$  м применяют при высоте напора воды более  $5$  м; между рядами шпунтин

делают засыпку из мятой глины и глины с примесью крупного песка. Деревянные шпунтовые перемычки не отличаются большой прочностью и значительной водонепроницаемостью. В Америке, Франции, Германии и ряде других стран Запада наибольшее распространение имеют сейчас железные шпунтовые сваи, прокатанные на специальных вальцах, но в СССР их пока еще не применяют. Шпунтины плоского сечения (типа США и типа Лаккаванна) применяют при высоте напора воды до 6—7,5 м, а выпуклого сечения — корытообразного (типа Лаккаванна и Ренсом) и Z-образного (типа Ларсена)—при высоте напора до 9 м. В огражденном перемычками пространстве обычно роют К., укрепляя перемычки примерно через каждый *n*. м по глубине распорам.

*Лит.*: Бреннеке Л., Устройство оснований и фундаментов, пер. с нем., СПб, 1901; Курдюмов В. И., Краткий курс оснований и фундаментов, 2 изд., СПб, 1897; Джекоби и Девис, Основания и фундаменты мостов и зданий, пер. с англ., М., 1921; Дмоховский В. К., Курс оснований и фундаментов, М.—Л., 1927; Бернгард В. Р., Курс гражданской архитектуры, СПб, 1910; Вреннеске L., Der Grundbau, 4 Aufl., V. 1, Berlin, 1927; Лейскеманн H., Der Grundbau, 2 Auflage, 1913; Якобу А. Давис R., Foundations of Bridges and Buildings, New York, 1925; Франзюс, Der Grundbau, V., 1927. Н. Герливанов.

**КОТЛОСТРОЕНИЕ**, отрасль промышленности, занимающаяся производством паровых котлов. Основной деталью современных паровых котлов являются цилиндрические барабаны, выполняемые путем склепки отдельных листов, путем сварки листов и наконец путем отковки из целой болванки. Применяется иногда и смешанное изготовление барабанов путем сварки обечаяк по продольному шву и путем склепки их между собой по поперечному шву. По проекту технич. условий на изготовление водотрубных паровых котлов высокого давления на заграничных заводах допускается применение барабанов: а) клепаных с приклепанными днищами на рабочее давление до 35 *atm* включ.; б) сварных с вклепанными днищами и цельнокованых с приклепанными днищами на рабочее давление до 42 *atm* включ.; в) сварных барабанов с осаженными из них же днищами на рабочее давление до 50 *atm* включ.; г) цельнокованых барабанов с осаженными из них же днищами при всяком давлении.

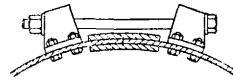
**Производство деталей паровых котлов.** Производство клепаных барабанов. Из материального склада краном подаются в разметочное отделение листы, имеющие размеры, наиболее близко подходящие к требуемым. Если листы оказываются искривленными, их правят вручную на правильных плитах ударами кувалд или механическим путем на правильных станках (см. *Правильные и загибочные станки*). Вслед за этим производится окраска в белый цвет краев листа и наметка чертилкой при помощи линейки и угольников контура. Лишние части листа обрезаются или механич. *ножницами* (см.) или автогенным способом, но так, чтобы разрез шел на нек-ром расстоянии от окончатальной кромки котельного листа.

По нормам III и IV Всес. теплотехнич. съездов резка листов, имеющих толщину более 25 мм, должна производиться автоген-

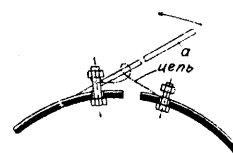
ным способом или путем прострожки или фрезовки листов, но отнюдь не посредством холодной резки под ножницами. Резка котельных листов должна производиться с припуском на механич. обработку:

Для листов толщиной	Припуск не менее
до 6 мм	3 мм
» 12 »	4 »
» 20 »	5 »
» 25 »	6 »
» 32 »	7 »

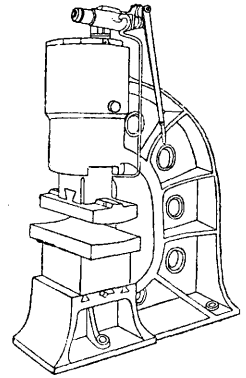
После обрезки лист поступает на обычный или на двойной кромкострогательный станок (см. *Строгальные станки*) для прострагивания продольных и поперечных кромок. После обстрагивания кромок сверлят



Фиг. 1а.



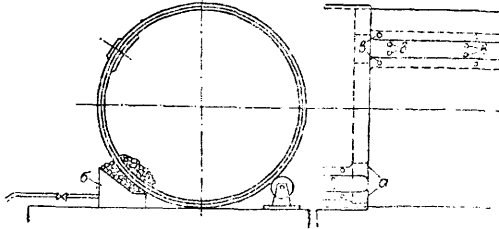
Фиг. 1б.



Фиг. 2.

или дают в листах ручным или машинным способом ряд дыр меньшего (для возможности позднейшей рассверловки), чем требуется под заклепку, диаметра. По нормам III и IV Всес. теплотехнич. съездов все дыры в котельных листах д. б. просверлены, причем пробивка (колка) дыр не допускается. Немецкие полицейские правила рекомендуют сверлить все заклепочные отверстия и предписывают это для листов с временным сопротивлением на разрыв > 4 100 *кг/см<sup>2</sup>* или толщиной больше 27 мм. Подготовленные таким образом листы передаются в вальцовочное отделение, где на горизонтальных или вертикальных загибочных станках (см. *Правильные и загибочные станки*) производится придание листу цилиндрич. формы. Для загиба листов применяются также горизонтальные и вертикальные гидравлич. прессы. По нормам III и IV Всес. теплотехнич. съездов листы толщиной > 40 мм рекомендуются загибать при *t*<sup>о</sup> красного каления, причем листы барабанов, согнутые в холодном состоянии, д. б. после этого отожжены. После изгиба листа до цилиндра требуемого диаметра края его стягивают при помощи стяжных болтов (фиг. 1а) или рычага *a* и цепи (фиг. 1б). Фаски внутренних и наружных накладок прострагивают на тех же кромкострогательных станках, причем концевые части их оттягивают под механич. молотом или прострагивают на специальных станках. Для придания накладкам кривизны соответственно диаметру изготавливаемого котла их штампуют за один прием на больших гидравлич. прессах или постепенно—на малых (фиг. 2). После скрепления накладок с обечайкой болтами (фиг. 3, в, в) производят сборку отдельных обечаяк между собой. При этом в случае обнаружения каких-либо не-

плотностей в местах *a* соединения накладок (фиг. 3) их нагревают на переносном горне *b* с дутьем от центрального компрессора и правят затем эти места ударами молотов. Барабан котла обычно собирается из нечетного числа (из 3 или 5) обечайек, что обуславливается необходимостью иметь оба днища одного и того же диаметра. При этом предпочитают пользоваться возможно длинными лис-

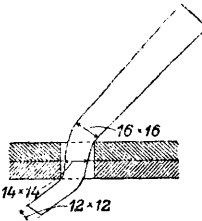


Фиг. 3.

тами, так как относительно большая их стоимость по сравнению с короткими листами вполне окупается сокращением расходов на сверление и клепку барабанов. Собранные предварительно барабаны направляют для сверления дыр под заклепки на многошпиндельные сверлильные станки (см.). После сверловки дыр барабаны разбирают на отдельные обечайки для зачистки дыр поперечных швов от заусенцев, для чего снимают болты на поперечных швах и приподнимают среднюю обечайку цепью мостового крана. Лучшие 3-ды снимают также накладки на обечайках, устраняя заусенцы как с дыр на них, так и с дыр продольного шва самих обечайек. Устранение заусенцев обычно производится специальным крючком (фиг. 4) или дрелью. По нормам III и IV Всес. теплотехнических съездов края сверленных дыр со стороны заклепки д. б. раззенкованы на глубину  $\frac{1}{8}$  диаметра дыры на конус в  $45^\circ$ . После выполнения всего этого производится клепка поперечного шва всех обечайек, причем сначала клепают через 4—5 дыр, выбивая при этом оправки и устраняя стяжные болты, а затем уже ставят и остальные заклепки.

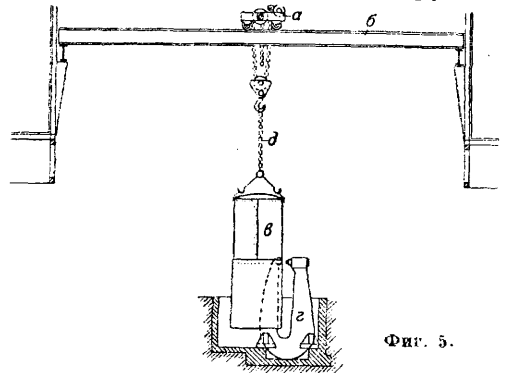
Клепальные машины употребляют преимущественно вертикального типа, причем ряд современных конструкций имеет обе обжимки подвижными (см. Заклепки, Клепка и клепочные машины). По нормам III и IV Всес. теплотехнич. съездов при образовании заклепочных головок посредством клепальных машин необходимо соблюдать правило, чтобы нагрузка не превышала  $6500—8000 \text{ кг/см}^2$  сечения цилиндрич. части стержня заклепки, причем нажатие штампа гидравлической клепальной машины на заклепки должно продолжаться до потемнения головки заклепки.

После склепки продольного шва крайней обечайки в нее вставляют днище, не имеющее отверстия для лаза, причем его заколачивают вручную молотом ударами по медной



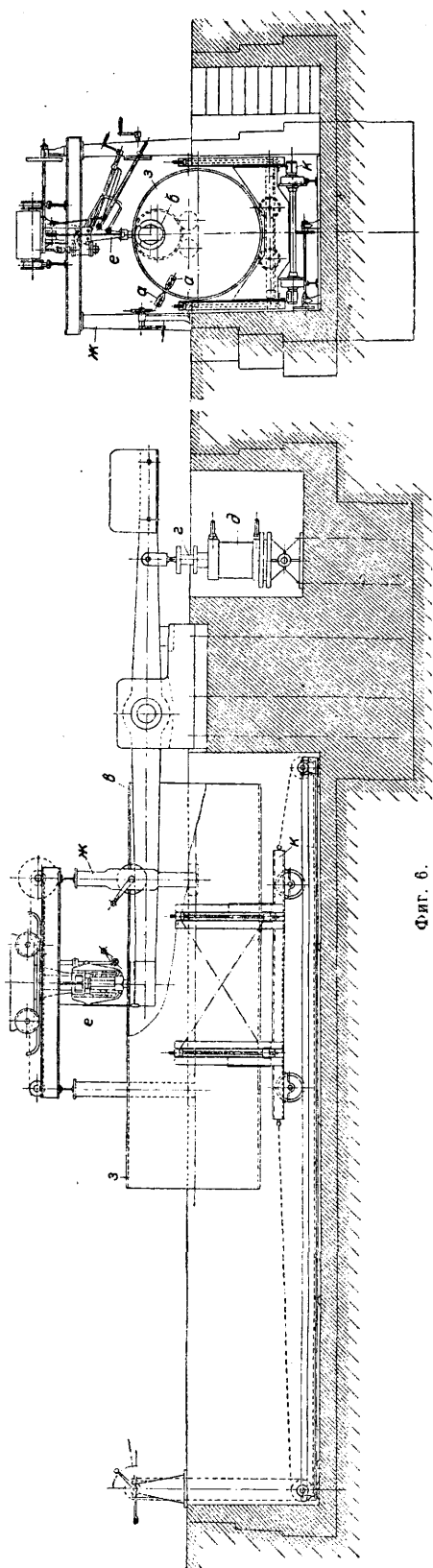
Фиг. 4.

подкладке или медной кувалдой, подвешенной к кошке мостового крана. Вслед за тем сверлят дыры поперечного шва, зачищают заусенцы и клепают первый поперечный шов. При этом, если склепка должна идти на вертикальной клепальной машине (фиг. 5, 6), оставляют несклепанными несколько дыр для возможности подхвата обечайек в цепью *б*, прикрепленной к кошке *a* мостового крана *б*. После приклейки днища присоединяют на болтах к первой вторую обечайку, клепают поперечный шов, затем присоединяют третью и последующие обечайки, пока не получится барабан необходимых размеров. Днище с лазом прикрепляют к барабану на той же машине, если оно выпуклостью входит внутрь котла, или специальной машиной. На днища, вклепываемые внутрь котла своей выпуклостью, иногда до сверловки нагоняют вторичную кольцо, делая это с целью возможности чеканки с обеих сторон. Чеканят швы и заклепки преимущественно пневматич. молотами, употребляя в большинстве случаев английскую плоскую чеканку, а не американскую — желобчатую. После чеканки прилаживают лаз и прикрепляют один из штуцеров, через к-рый присоединяют водяную магистраль от ручного



Фиг. 5.

насоса; затем барабан подвергают гидравлич. пробе по нормам в зависимости от рабочего давления будущего котла. В частности по нормам НКТ СССР 1929 г. при испытании котлов гидравлическ. давлением должны соблюдаться следующие правила (см. Гидравлическая проба): «§ 29/а. Котел, предназначенный к употреблению при рабочем давлении пара не более  $5 \text{ atm}$ , подвергается при испытании действительному давлению вдвое сильнее того наибольшего давления, при к-ром котел предназначен к работе, но во всяком случае не менее  $3 \text{ atm}$ . § 29/б. Котел, предназначенный к работе при рабочем давлении более  $5 \text{ atm}$ , испытывается действительным давлением, увеличенным на 25% против наибольшего допускаемого для котла рабочего давления, причем это увеличение не д. б. менее  $5 \text{ atm}$ ». Если во время гидравлическ. пробы обнаруживаются неплотности в швах или в заклепочных головках, уменьшают давление до 0 и производят соответствующую подчеканку. Затем снова поднимают давление в барабане до требуемого и, если при этом не окажется никакой течи в швах или заклепках, то после выпуска воды барабан передают в разметочное отделение



Фиг. 6.

для наметки отверстий: в случае горизонтальных водяных котлов—под штуцеры камер и карманов, в случае вертикальных водяных котлов—под трубы. По исполнении этой работы дыры под штуцеры и карманы обычно вырезают автогенным способом, на 10—12 мм меньше требуемого с целью отрубить затем ставшие хрупкими кромки; правильный размер отверстий вырубается пневматич. зубилом. Дыры под трубы сверлят в большинстве случаев при помощи многошпиндельных сверлильных станков по одному из следующих способов: или сначала просверливают дыру  $\varnothing \sim 25$  мм, а потом уже расфрезовывают эти дыры до нужного диаметра, или же сверлят дыры специальными сверлами-фрезерами, нижняя часть к-рых представляет собой 25-мм сверло, а верхняя—фрезер соответствующего диаметра. Как только дыры в барабане просверлены, его передают в отделение для наладки штуцеров под арматуру; штуцера приклепывают обычно вручную. Приладкой соответствующей арматуры к барабану кончается его изготовление на заводе.

Сварка обечаек для жаровых труб производится в большинстве случаев на водяном газе (по нормам IV Всесоюзн. теплотехнич. съезда сварка обечаек жаровых труб может производиться на коксе, на нефти, на водяном газе, а также электрич. или автогенным способом). Для сварки водяным газом листы нужного размера вальцуют, подгибая кромки несколькими сильными ударами молота, так чтобы образовался напуск внахлестку, и направляют в дальнейшем на сварочную машину (фиг. 6). Сварочные машины состоят из двух газоздушных горелок *а*, наковальни *б*, помещенной на конце стержня *в*, соединенного на другом конце с поршнем *г* гидравлич. прессы *д*, и приводного молота *е*, укрепленного на портале *ж* из фасонного железа; обечайка *з* помещается на тележке *к*. Сварка производится также на станках с горизонтальным гидравлическ. цилиндром, несущим ролик, скользящий по нагретой и свариваемой поверхности. В это же время другой, вертикальный гидравлический цилиндр своим штоком прижимает ролик к свариваемой поверхности, чем и уплотняет свариваемый шов. В горелки подводят водяной газ и воздух под давлением. Процесс сварки на машинах с молотом идет следующим образом: а) нагревают кромки листа на длине около 200—250 мм до яркobelого (сварочного) каления; б) сплющивают нагретое место вручную ударами кувалды; в) вторично нагревают то же место обечайки; г) проковывают нагретое место молотом; далее идут: д) нагрев следующего участка обечайки и его проковка; е) третий нагрев первой части и проковка вручную кувалдой в торец; ж) четвертый нагрев первого участка и проковка его молотом; з) нагрев и проковка третьего и последующих участков и нагрев и проковка этого торца, как и торца у первого участка. Сваренные газом обечайки направляют в отражательную печь, где и нагревают их до 900—920°, а оттуда на вальцевальный станок, на котором прокатывают для придания обечайке строго цилиндрич. формы. По окончании вальцовки обечайку

продолжают вращать без давления на нее, чтобы она не потеряла во время охлаждения цилиндрич. формы.

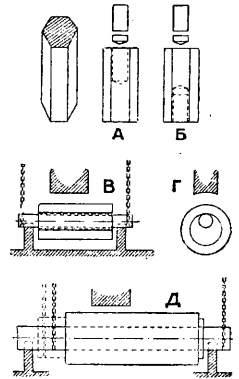
Сварка водяным газом барабанов для котлов высокого давления. Болванку соответствующего веса прокатывают в котельные листы или плиты (максимальные размеры плит, изготовляемых заводом Тиссена,  $4,2 \times 16$  м, при толщине до 90 мм). После медленного и равномерного охлаждения плит и тщательного осмотра их обрезают до нужного размера, а затем для уничтожения вредных внутренних напряжений, появившихся при резке, нагревают до  $900-920^\circ$ . Последующие операции идут в таком порядке: а) после отжига плиты на кромкострогальном станке обстрагивают ее кромки; б) производят, в зависимости от толщины листа в холодном или горячем состоянии, загиб плиты в цилиндрическую форму; в) производят нагрев и сварку при помощи описанных выше сварочных машин; г) нагревают барабан до красного каления, после чего он поступает на вальцевальный станок для придания ему строго цилиндрической формы; д) на токарном станке протачивают торцевые части его; по нормам IV Всесоюз. теплотехнич. съезда каждый сваренный барабан должен иметь с каждого конца припуск в виде колец шириною не менее 50 мм, которые после отжига барабана отрезаются и служат для изготовления проб, предназначенных для испытаний: на разрыв поперек направления прокатки, на изгиб и на удар; е) подвергают барабан полуторному против рабочего гидравлическому давлению; ж) производят осмотр сварки и в случае обнаружения каких-либо недостатков исправляют их, если это возможно, или же бракуют весь цилиндр; з) нагревают концы цилиндра и при помощи полусферич. штампов, укрепленных на гидравлич. прессе, обжимают их, оставляя в центре каждого днаща по отверстию для лаза; и) обрабатывают отверстия для лазов; к) подвергают цилиндр гидравлич. пробе при давлении, превышающем рабочее в три раза, одновременно наблюдая за происходящими деформациями; л) производят отжиг цилиндра при  $t^\circ 900-920^\circ$ . Дальнейшее изготовление барабана идет так же, как при клепаных барабанах. По нормам IV Всес. теплотехнического съезда сваренные барабаны котлов должны располагаться так, чтобы сварочный шов не подвергался непосредственному действию горячих газов. Кроме того те же нормы в местах сварки допускают отверстия до 50 мм, рекомендуя в то же время избегать прорубки отверстий в местах расположения сварочного шва.

Электрическая сварка. Сварка барабанов при помощи вольтовой дуги до сих пор не получила сколько-нибудь широкого распространения даже за границей. Причина отрицательного отношения к электросварке лежит в том, что структура шва представляет собою литой материал, между тем как остальная часть барабана состоит из катаного материала с более высокими механич. качествами. В отношении временного сопротивления могут быть достигнуты достаточно высокие значения, но что касается удлинения и сопротивления ударной на-

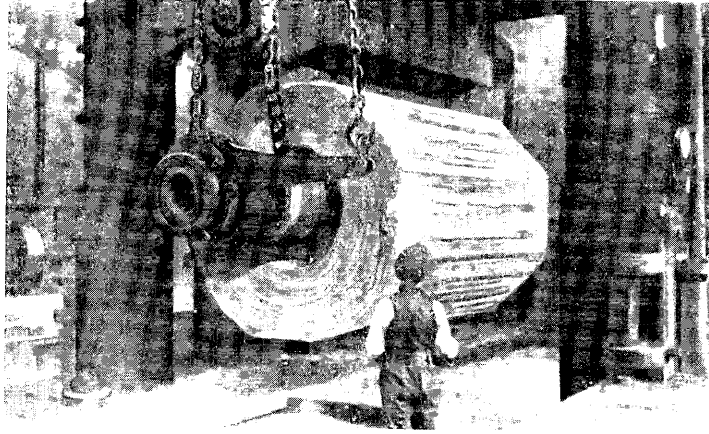
грузке, то электросваренные швы не дают тех результатов, какие требуются технич. условиями от котельного железа.

Производство цельнокovaných барабанов. Заготовкой для цельнокovaných барабанов служит болванка соответствующего веса, отливаемая в изложнице, вращающейся со скоростью 4 об/м. Во избежание появления вредных внутренних напряжений болванку извлекают из изложницы через 24 ч. после отливки, а затем направляют в специальную термошахту для медленного охлаждения в течение 30—35 дней. Вследза этим с болванки удаляются прибыль и подовая часть и берутся с поверхностей пробы для исследования металла на С, Мп, Si, P, S. В случае удовлетворительных результатов анализа металла болванку отправляют на специальный сверлильный станок для сверления дыры для насадки на железный сердечник или в печь для нагрева с последующим направлением ее под паровой молот для продавливания дыры в центре ее. В последнем случае нагретая болванка ставится стойкой на подвижную тележку, имеющую в центре сквозную дыру, и подводится под молот. Затем в центре торца болванки ставят короткий пробойник  $\varnothing 400-500$  мм, к-рый коротким ударом молота вгоняется в раскаленную болванку. После отдачи молота в исходное положение ставят длинный пробойник, к-рый последующими ударами молота вгоняется в болванку так, чтобы острие короткого пробойника не доходило до низа болванки на 800—1000 мм (фиг. 7, А). Отдавая снова молот в исходное положение, быстро переворачивают при помощи крана болванку и ставят ее над центром тележки на тот конец, в к-рый только что были вогнаны пробойники. Последние при таком положении болванки не вываливаются из нее, частью благодаря нагреву их, а частью и в силу некоторой затяжки входного отверстия; чтобы выбить эти пробойники, с другого конца последовательно вгоняют два пробойника (фиг. 7, Б); последний пробойник выталкивает все застрявшие в болванке пробойники, которые вместе с ним проваливаются в отверстие тележки. Таким обр. болванка оказывается прошитой и получившей канал  $\varnothing 400-500$  мм по всей длине.

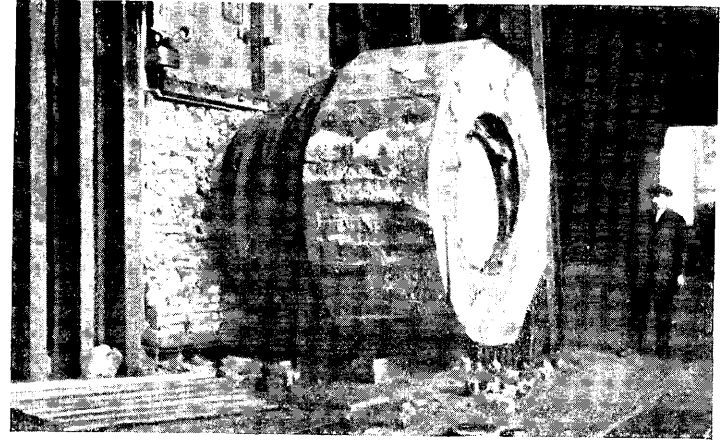
За прошивкой болванки следует ее нагрев, после чего ее надевают на длинный сердечник. Этот сердечник вместе с надетой на него болванкой кладут в горизонтальном положении на две опоры под пресс (фиг. 7, В). При обжимке под этим прессом болванка все время вращается, причем отверстие в ней увеличивается до 700—800 мм. Вытянув немного болванку, утонив ее стенки и увеличив диаметр центрального отверстия, ее снимают с сердечника и опять нагревают. После этого болванку надевают на сердечник со-



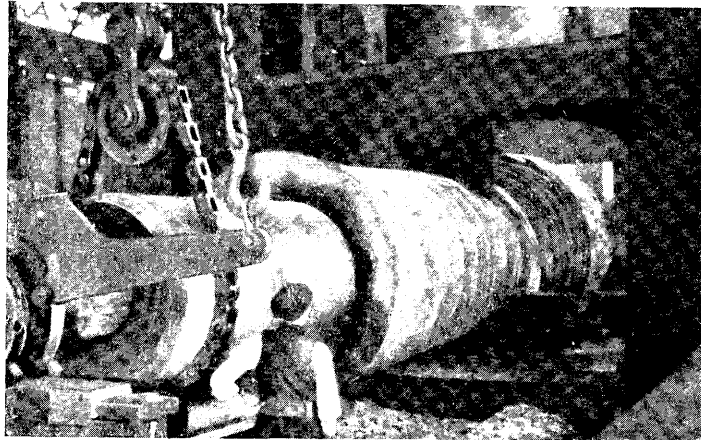
Фиг. 7.



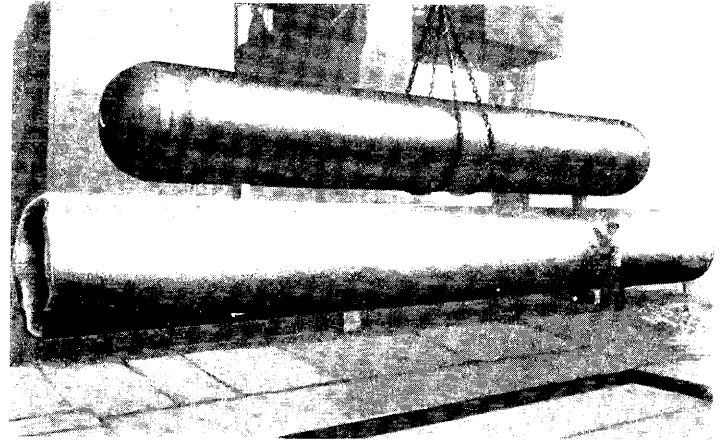
1. Производство цельнокотанных барабанов. Первая отковка прошивки болванки.



2. Производство цельнокотанных барабанов. Премескуточный нагрев болванки.



3. Производство цельнокотанных барабанов. Окончательная отковка цилиндрической заготовки.



4. Цилиндрическая заготовка для цельнокотанного барабана и готовый барабан.

ответствующего диаметра, кладут на подпорки, стоящие на тележке прессы, и подводят болванку под пресс (фиг. 7, Г). С крана при этом спущены петли шарнирной цепи, которые охватывают концы сердечника и немного поворачивают его вместе с болванкой после каждого хода прессы. При этой операции барабан удлиняется мало, но зато диаметр отверстия увеличивается почти до требуемой величины. После достижения нужного увеличения диаметра барабан снова нагревают и надевают на сердечник с диаметром, почти равным диаметру барабана в законченном виде. Стержень на одном конце имеет закраину, до к-рой вплотную надевают барабан (фиг. 7, Д). С крана спускают две петли шарнирной цепи, из которых одна охватывает конец сердечника за закраиной, а другая — противоположный конец сердечника. Надетый на сердечник барабан снова идет под пресс, причем сердечник кладут на подставки тележки; затем прессом обжимают барабан, вытягивая его только в длину и проковывая стенку. В начале этой операции обе цепи охватывают концы сердечника, в дальнейшем же процессековки левую цепь переносят со стержня на левый конец барабана и ковка продолжается при постоянном поворачивании барабана с рядом последовательных нагревов, пока он не будет вытянут на нужную длину; толщину стенки отковывают так, чтобы она имела запас ~ 15 мм как с наружной, так и с внутренней стороны. Нагрев, последовательные стадии отковки болванки и готовые барабаны изображены на вкладном листе.

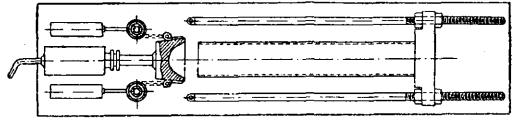
Когда барабан откован на нужную длину и толщину стенок, концы его обрезаются перпендикулярно продольной оси. Кроме того с каждого конца отрезают по кольцу, из к-рых изготовляют пробные планки для механических испытаний при  $t^{\circ}$  20, 200, 300 и  $450^{\circ}$ . Результаты такого рода испытаний по

Табл. 1.—Механические свойства различных сортов специальной котельной стали завода Круппа.

Материал	Температура испытания	Результаты испытаний		
		Предел текучести, кг/мм <sup>2</sup>	Врем. сопротивл. на разрыв, кг/мм <sup>2</sup>	Удлинение при разрыве, %
Литая сталь II	20	24,6	42,5	34,6
	200	21,1	53,9	21,0
	300	19,5	54,5	27,1
	450	15,5	33,5	36,3
Никелевая сталь D	20	33,0	45,9	31,9
	200	29,1	53,9	20,7
	300	23,2	49,0	31,0
	450	17,5	31,1	42,0
Никелевая сталь F	20	35,0	57,2	26,9
	200	29,0	52,2	22,6
	300	27,0	55,3	26,1
	450	22,0	40,5	39,6

данным з-да Круппа приведены в виде примера в табл. 1. В случае удовлетворительных результатов механич. испытаний материала поковку отправляют на токарные

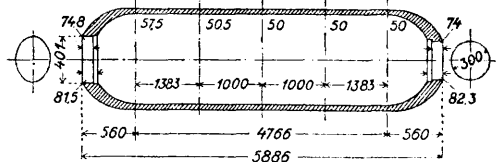
станки для внешней и внутренней обработки, причем барабан, закрепленный в планшайбе станка, одним концом лежит на нескольких роликовых люнетах; ролики люнетов вначале идут по кованой поверхности барабана, а затем по проточенным в первую очередь



Фиг. 8.

дорожкам. Наружная обточка ведется одновременно несколькими суппортами. Внутренняя расточка барабана производится при помощи особой ножевой головки. При внутренней и внешней обработке барабана удаляют значительное количество металла, что видно из следующего примера производства барабана на заводе Виккерс-Армстронг в Шеффилде. Длина барабана равна 13,7 м. при наружном  $\varnothing$  1 600 мм и толщине стенок 114 мм. Рабочее давление котла, для которого предназначается барабан, равно 56 atm. Для изготовления барабана была отлита болванка весом в 165 т, вес готового барабана  $\approx$  55 т. Так. обр. на стружку и другие отходы пошло ~ 110 т или ~ 200% от веса готового цилиндра.

По окончании обточки барабана производят выштамповку дний: один конец барабана вставляют в нагревательную печь, предварительно поставив перегородку из шамота для ограничения длины нагрева; после достаточного нагрева конец барабана полусферическим штампом постепенно обжимается на горизонтальном прессе с образованием круглого отверстия в центре (фиг. 8). Подобным же образом производится и штамповка второго дна барабана. Вслед за этим идет в механич. цехе обработка дний с обточкой отверстий под лапы. В результате из



Фиг. 9.

прокованной болванки (см. вкл. лист) получается цельнокованный барабан. Для средних давлений пара иногда делают цельнокованные барабаны с вклепанными днищами; в этом случае на металлургич. з-де производится лишь пригонка дна к барабану, клепку же дний с предварительной сверловкой отверстий под заклепки делает котлостроительный з-д. Несмотря на большую вес болванки и громоздкость образующегося из нее цилиндра наружный и внутренний диаметры барабанов и толщина стенок получаются довольно равномерными, что видно из фиг. 9, на которой показаны размеры одного барабана, который был изготовлен заводом Круппа для одной из электростанций СССР, работающей при 30 atm. Проверка толщины стенок цельнокованного барабана произво-

дится при помощи двух стальных проволок, одна из которых натянута строго вдоль продольной оси барабана, а другая параллельно ей — снаружи барабана. Измеряя длины перпендикуляров к проволокам: внутри от осевой проволоки до внутренней стенки барабана и снаружи от наружной проволоки до внешней стенки барабана, находят толщину барабана в любой точке. После обработки и проверки размеров следует отжиг барабана, причем для предотвращения потери барабаном своей формы при нагреве в печи внутри барабана через каждый м ставят перегородки из огнеупорного кирпича, удаляемые только после охлаждения (одновременно с барабаном в той же печи отжигают и взятые с концов барабана пробы). После приладки лазов готовый барабан на некоторых заводах подвергается гидравлич. пробе от полуторного до двойного рабочего давления, причем барабан под давлением держат около часа. Такая гидравлич. проба повторяется до трех раз. Ряд заводов делает эту гидравлич. пробу только по требованию заказчика. Барабан, выдержавший гидравлич. пробу, направляют на сверлильный станок, на котором просверливают дыры для трубок и протачивают в стенках отверстия канавки для придания большей прочности соединению трубок с барабаном. Само развальцовывание труб производят, как и при барабанах других конструкций, на месте установки котла. Штуцеры для арматуры сначала ввертывают в барабан, а затем развальцовывают. Большую часть работы по изготовлению цельнокованых барабанов производят на 8 000-т прессах и лишь окончательную отделку их на 4 000-т прессах. По нормам завода Круппа в настоящее время могут изготавливаться цельнокованные барабаны согласно табл. 2, причем толщина барабанов, изготовляемых заводом Круппа (в мм).

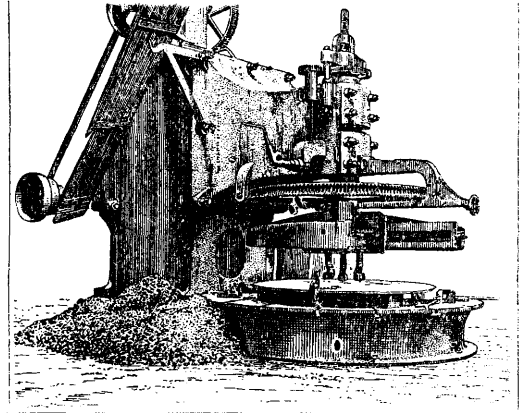
Табл. 2. — Предельные размеры цельнокованных барабанов, изготовляемых заводом Круппа (в мм).

Размеры цилиндрич. заготовки		Размеры готового барабана		
внутр. $\varnothing$	общая длина	внутр. $\varnothing$	общая длина	длина закругления
До 1 000	Ок. 20 000	До 1 000	Ок. 16 300	Ок. 420
1 000—1 200	» 20 000	1 000—1 200	» 16 300	420—540
» 300	» 19 000	1 300	» 16 250	Ок. 620
1 400	» 18 000	1 400	» 16 050	» 650
1 500	» 16 000	1 500	» 16 100	» 710
1 500—3 300	» 4 500	1 500—2 000	3 800—3 500	Ок. 600—800

стенки будут соответствовать намеченному давлению в котле.

**Производство днищ.** Железные листы, предназначенные для производства днищ, обыкновенно доставляются на завод круглыми. Если же нет таких заготовок, то приходится вырезать круг на специальном станке (фиг. 10). Если днище предназначается для котлов с жаровыми трубами, т. е. для корнваллийских, ланкаширских и парходских, то на том же станке просверливают и отверстия для жаровых труб. Заготовленные листы нагревают в отражательной печи и выпрессовывают гидравлич. прессом в форме простых днищ или днищ с одним или двумя отверстиями для котлов с жаровыми

трубами. Устройство штампа для штамповки простых днищ изображено на фиг. 11а, а для днищ, имеющих два отверстия для жаровых труб, — на фиг. 11б. Выштампованные днища медленно охлаждают и затем протачивают фаски на специальном станке. Многие заводы при этом протачивают и наружную плоскость отворота днища, т. е. ту плоскость, по которой будет соприкосновение днища с железом барабана котла. Днища, имеющие лаз в центре, выпрессовывают за один ход поршня пресса, днища же с лазом внизу (напр. для ланкаширских котлов) выпрессовывают без лаза; последний делают впоследствии вручную, для чего прорезают соответствующую овальную дыру и производят нагрев



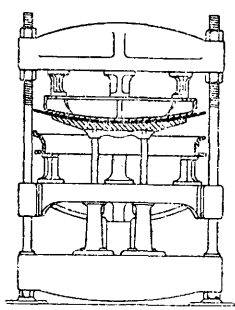
Фиг. 10.

кромки дыры на коксовом горне, расположенном ниже уровня пола мастерской, с последующим отворотом бортов молотами по шаблону. Наконец для выверки окружности отверстий и параллельности осей жаровых труб в отверстиях нагретого днища вставляют широкие кольца, подправляют ударами молотов окружность отверстий и направляют соответствующим образом те кромки днища, к которым будут впоследствии приклепываться жаровые трубы. По нормам IV Всес. теплотехнич. съезда отштамповка особых выступов на днищах барабанов для постановки арматуры не допускается.

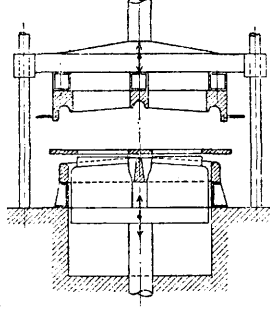
**Производство плит Гарбе.** Плиты Гарбе выпрессовывают при помощи разъемных или сплошных штампов, причем первый способ более удобен, так как, комбинируя отдельные штампы, можно делать плиты с разным числом волн. В случае наличия разъемных штампов плиты Гарбе выпрессовывают по следующей схеме. Прежде всего готовят пресс, для чего на его платформу а (фиг. 12а) устанавливают матрицу б, а к траверсе в подвешивают штампы г в том числе, которое соответствует поверхности нагрева изготовляемого котла. Варьируя число матриц и штампов, изменяют также число волн, доходя до обычного в одной плите максимума в 12 волн. Штампы изготовляют



полыми, причем на заводах, изготовляющих плиты Гарбе, обычно имеются лишь два комплекта штампов и матриц; один—для диаметра барабана 1 200 мм, другой—1 500 мм.



Фиг. 11а.



Фиг. 11б.

Матрицы скрепляют с платформой *a* болтами, а штампы подвешивают на шпильках *д* к промежуточным полым коробкам *e*; дыры для шпилек сделаны с зазором, вследствие чего при движении траверсы *e* вниз нижняя плоскость *xx* коробок *e* может доходить до верхней плоскости штампов *yy*. Расстояние между плоскостями *xx* и *yy* делают около

центры под угольник по центрам матриц, делают установку угольников *з, и*, оставляя зазор между листом и угольниками в соответствии с ожидаемым расширением листа при нагревании.

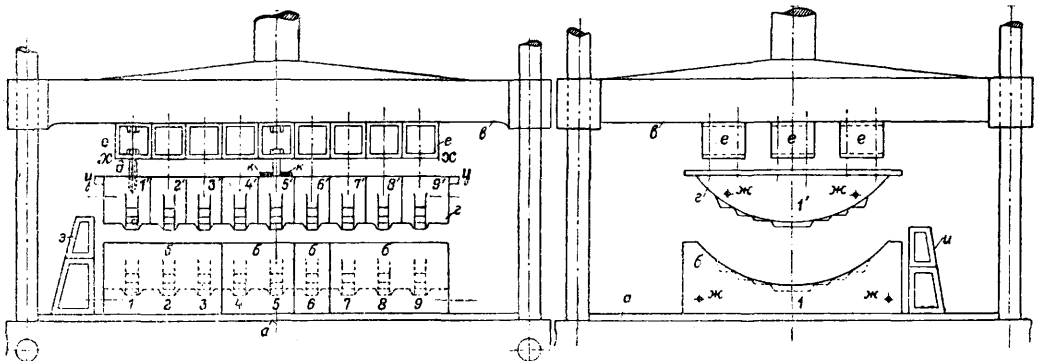
По окончании установки штампов и матриц раскленный лист кладут на матрицы, где он устанавливается вплотную к угольникам *з* и *и*. Затем кладут по обе стороны шпильки *д* штампа *5'* стальные пластины *ж* высотой 50 мм, шириною 100 мм и длиною 1 150 мм и пускают в ход гидравлич. пресс до тех пор, пока плоскости *xx* коробок *e* почти не соприкоснутся с плоскостями *yy* штампов. В это время выступы штампа *5'* вдавят железо листа не больше как на высоту положенного на него бруска *к*. Этой операцией следовательно намечается волна 5. Поднимая траверсу *e*, быстро вынимают бруски со штампа *5'* и одновременно всовывают по два таких же бруска на штампы *4'* и *6'* и пускают пресс почти до соприкосновения плоскостей *xx* и *yy*. Эта вторая операция дает отпечатки волн 4 и 6. Повторяя все эти операции (порядок операций указан в табл. 3), намечают все волны и затем уже кладут бруски на штампы *1'-2'-8'-9'*, чем вторично подвергаются прессовке вол-

Табл. 3.—Порядок первой и второй прессовок девятиволновой плиты Гарбе.

Порядок операций	№ штампов, на которые положены бруски <i>к</i>	№ штампов, почти дошедших до соприкосновения с плоскостью <i>xx</i>	№ волн, намеченных данной операцией	№ волн, намеченных, начиная с 1-й операции
<b>Первичная прессовка</b>				
1	5'	1'-2'-3'-4'-6'-7'-8'-9'	5	5
2	4'-6'	1'-2'-3'-5'-7'-8'-9'	4-6	4-5-6
3	3'-7'	1'-2'-4'-5'-6'-8'-9'	3-7	3-4-5-6-7
4	2'-8'	1'-3'-4'-5'-6'-7'-9'	2-8	2-3-4-5-6-7-8
5	1'-9'	2'-3'-4'-5'-6'-7'-8'	1-9	1-2-3-4-5-6-7-8-9
<b>Вторичная прессовка</b>				
6	1'-2'-8'-9'	3'-4'-5'-6'-7'	1-2-8-9	1-2-8-9
7	1'-2'-3'-7'-8'-9'	4'-5'-6'	1-2-3-7-8-9	1-2-3-7-8-9
8	1'-2'-3'-4'-6'-7'-8'-9'	5'	1-2-3-4-6-7-8-9	1-2-3-4-6-7-8-9

70 мм. Для верности установки через штампы и матрицы просовывают стержни *жс* diam. ок. 38 мм с резьбой по концам для закрепления гайками. Когда пресс готов и положение матриц и штампов выверено, на плат-

ны 1-2-8-9. К этим брускам в следующую операцию прибавляют бруски на штампы *3'-7'* и вторично прессуют волны 1-2-3-7-8-9. Наконец кладут бруски на штампы *4'-6'* и вторично прессуют все девять волн. В тече-



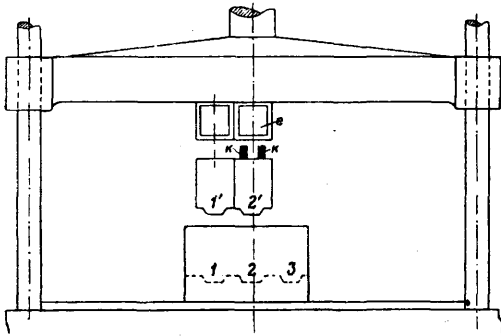
Фиг. 12а.

форме устанавливают угольники *з, и*, предварительно положив на матрицы назначенный для производства плиты лист с размеченными центрами его сторон. Направляя эти

ние всех этих операций лист выпрессовывают лишь частично, т. е. отсутствуют выпуклости в середине листа и крайних ступеней. Вся операция первого прессования про-

должается ок. 10—12 мин. Выпрессованный лист снимают краном с матрицы и кладут выпуклостью вверх.

По окончании прессовки первого листа прессуют второй и следующие из нагретых в печи листов. Когда же вся заготовленная партия листов подвергнется уже первой прессовке, приступают к перестановке штампов по схеме, изображенной на фиг. 126, т. е. на платформу *a* устанавливают только одну матрицу для трех волн, а к траверсе подвешивают два одиночных штампа *1'* и *2'*. Одновременно увеличивают зазор между *xx*, *yy*



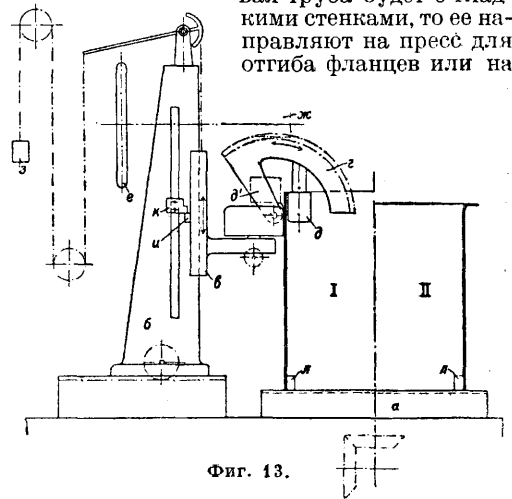
Фиг. 126.

и кладут бруски *ж* на штамп *2'* на ребро, т. е. высотой около 100 мм. Нагретую в печи плиту, подвергшуюся первой прессовке, кладут на матрицу таким образом, чтобы выступы 1-2 плиты совпали с впадинами 2-3 матрицы, после чего пускают пресс. Этой второй операцией допрессовывают волну 1, затем поднимают траверсу, продвигают вперед плиту на один выступ так, чтобы волны плиты 1-2-3 совпали с впадинами тех же номеров матрицы, снова пускают пресс и тем самым допрессовывают волну 2. Поступая так. обр., допрессовывают еще волны 3-4-5, а затем лист возвращают обратно, т. е. под штамп *2'* ставят сначала выступ 4, потом 3, 2 и наконец 1. После этого лист в третий раз направляют в печь, а по разогреве его с оставшимися волнами (например при 10-волновой плите с 6—10) поступают так же, как и с первыми пятью волнами. Для окончательной отделки плиты ее снова (в четвертый раз) направляют в печь, кладя тем временем бруски *ж* на ребро на верх штампов *1'-2'*. После нагрева лист кладут так, чтобы выступы его волн 1-2 совпали со впадинами матрицы 1-2. Пуская пресс, окончательно допрессовывают волны 1-2, затем, подвигая лист сразу на два выступа вперед, допрессовывают по очереди волны 3-4, 5-6 и т. д. до последней.

Если плита предназначена для двухбарабанного котла Гарбе, то последующие операции протекают в таком порядке. а) Подправляют вручную продольные и поперечные кромки плиты, пользуясь при этом при подправке поперечных кромок теми днищами, которые будут впоследствии вклепаны в барабаны с этими плитами Гарбе. б) Обрабатывают продольные фаски на обыкновенном строгальном станке, а поперечные—на

специальных станках, имеющих неподвижную полукруглую платформу и вращающуюся планшайбу с 2—3 резцами. в) Изгибают дополнительную часть *к* плиты Гарбе, причем для получения правильной кривизны пользуются шаблоном; эта дополнительная часть обычно имеет меньшую толщину стенки, чем нормальная плита Гарбе, т. е. меньше 23 мм; это не представляет особых затруднений для шва только в случае клепки внахлестку; при швах же с накладками поступают двояко: или снимают фрезерами часть железа на плите Гарбе или изготовляют фрезерами ступенчатую верхнюю накладку разной толщины. В последние годы в Германии начали выштамповывать волны Гарбе не в круглом, а в плоских листах, вальцуя их затем на специальных станках, обеспечивающих сохранность профиля волн при образовании цилиндра. Благодаря этому нововведению барабаны таких котлов с плитами Гарбе имеют лишь один продольный шов, а это дает возможность, с одной стороны, соединять барабаны циркуляционными трубами любым образом, а с другой стороны, позволяет располагать продольные швы котла вне сферы топочных газов высокой температуры.

Производство жаровых труб. Обечайки для жаровых труб сваривают, как было описано выше, причем сварный шов располагают возможно ближе в нижней части жаровой трубы. По нормам IV Всесоюзного теплотехнического съезда изготовление звеньев жаровой трубы с продольным клепаным швом не допускается. Если жаровая труба будет с гладкими стенками, то ее направляют на пресс для отгиба фланцев или на

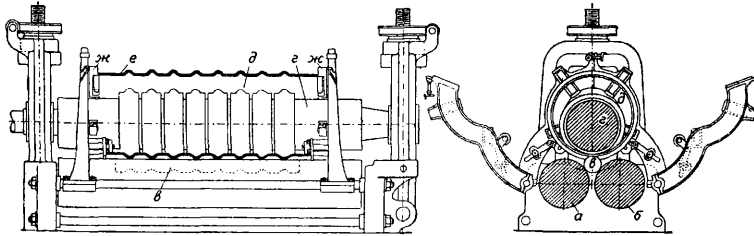


Фиг. 13.

специальный станок для отгиба фланцев по фиг. 13. Этот станок состоит из подвижной планшайбы *a* и станины *б*, по параллелям которой может передвигаться каретка *в*, несущая две зубчатых дуги *г* с роликами *д*. Движение дуг *г* производится вручную маховиками *е* через червячные передачи *ж*. Передвижение каретки *в* управляется приводом *з*, а останов ее производится при помощи зуба *и*, упирающегося в упор *к*. Порядок отгиба фланцев таков: а) производят нагрев одного конца обечайки; б) ставят холодным концом на планшайбу *a* и

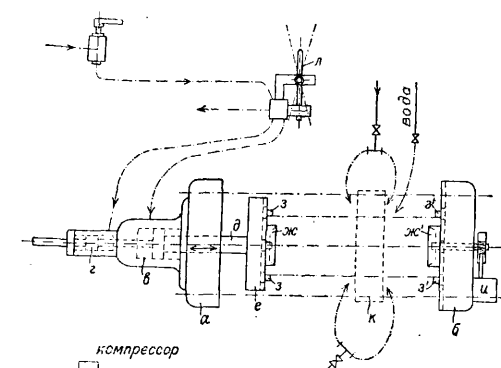
закрепляют четырьмя кулачками *л* (I); в) заводят за борт нагретого конца ролик *д* и закрепляют упор *к*; г) приводят в движение при помощи мотора планшайбу *а*, постепенно отводя ролик из положения *д* в положение *д'*, чем и производится соответствующее отбортование фланца (II). После отбортования обоих фланцев фаски их обтачивают на специальном карусельном станке.

Волнистые жаровые трубы получаются или путем вальцования в нагретом состоянии или путем выдавливания волн. приме-



Фиг. 14.

ром станка для образования волн по первому способу служит станок сист. В. В. Русакова (фиг. 14): *а* и *б*—валки, находящиеся во взаимном зацеплении и приводимые в движение двигателем; между этими валками помещен свободно цилиндрич. валок *в* с выточеными впадинами; *г*—свободный валок с надетыми кольцами *д*, имеющими выступы в соответствии с впадинами валька *в*. Нагретая докрасна гладкая труба *е* помещается между фасонным валком *в* и нажимным валком *г*, причем она сначала слегка нажимается верхним валком *г* к кольцам *д*, валки *же* *а* и *б* приводятся во вращательное движение. Благодаря трению нижние валки передают вращение валку *в*, к-рый в свою очередь вращает трубу *е*, а затем и валок *г*. С каждым



Фиг. 15.

оборотом нажатие нажимного валька *г* продолжают увеличивать до получения полного очертания волн. Боковины *жж* предназначены для обеспечения правильного положения трубы *е*. При таком способе вальцования жаровых труб необходимо иметь в виду, что после образования волн диам. трубы уменьшается на 24—25 мм независимо от диаметра трубы.

Станок В. Мацневского для получения волн жаровых труб выдавливанием (фиг. 15)

в основных чертах состоит из двух станин *а* и *б*, скрепленных между собой тягами. Станина *а* неподвижна, а станина *б* может передвигаться по рельсам. К станине *а* прикреплены два гидравлич. цилиндра *в* и *г*, на штоки *д* к-рых насажена планшайба *е* с роликом *жс* и катками *з*. Ролик *жс'* и катки *з'* симметрично укреплены и в прорезах станины *б* с той лишь разницей, что ролик *жс'* вращается от мотора *и* через червячную передачу со скоростью ~ 20 об/мин. Между станинами помещена каретка с кольцевой газовой печью *к*, состоящей из отдельных горелок. Давление воды на поршни цилиндров колеблется в пределах от 350 до 400 атм. Ход поршней определяется перестановкой золотника рычагом *л*, причем поршень цилиндра *в* дает платформе *е* прямой ход, а поршень цилиндра *г*— обратный. Производство волн идет следующим образом. У-

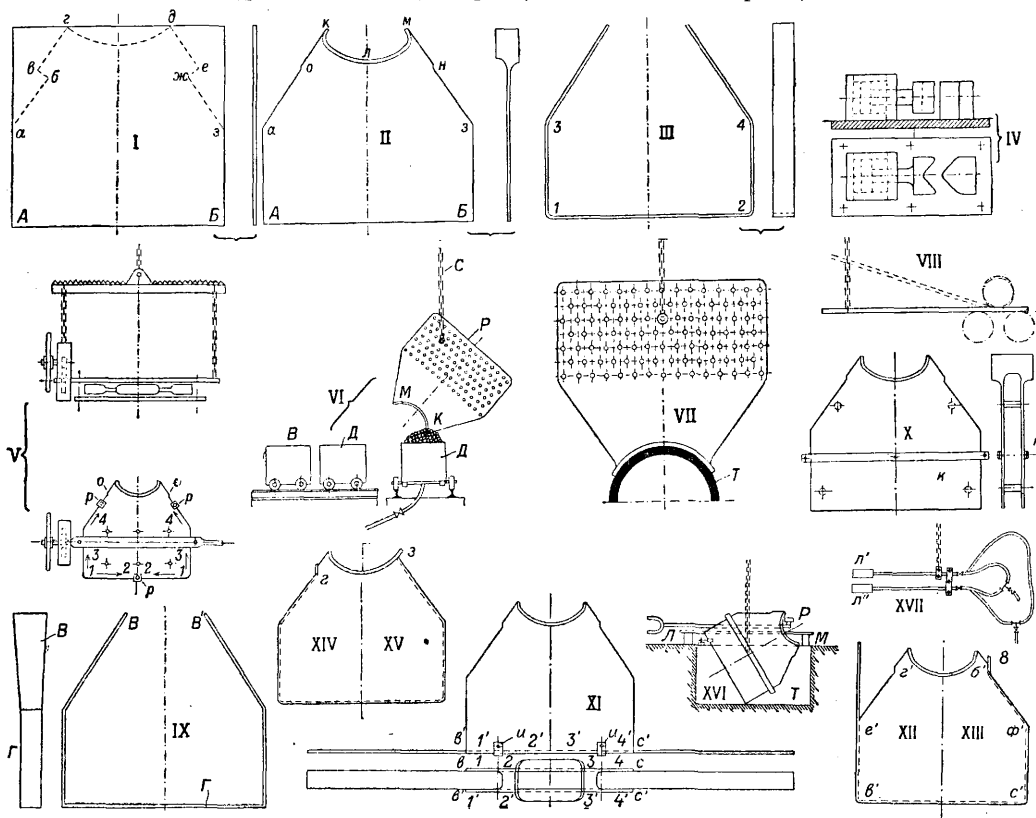
станавливают на роликах *жс* и *жс'* предварительно сваренную внахлестку обечайку и подвигают к ней катки *з* и *з'*. Пуская мотор, приводят в движение ролик *жс'*, а следовательно и обечайку. Намечая по шаблону центры будущих волн, ставят каретку с печью так, чтобы она стала против центра первой волны; затем зажигают газ, а минут через пять после этого пускают воду на торец трубы по трубе. Минуты через три после этого (весь нагрев продолжается ~ 8 минут) отодвигают тележку с печью, одновременно закрывая доступ в горелки газа и воздуха и останавливая мотор. Ставя на центр волны, указатель высоты волны, пускают в ход пресс *в* до тех пор, пока выпучивание волн не достигнет требуемой величины, указываемой стрелкой указателя. Как только выгиб волны оказывается достаточным, переводят рычаг *л* золотника в положение 0, переставляют тележку с печью *к* на центр второй волны, пускают мотор, зажигают газ и поступают в дальнейшем так же, как и при выпучивании первой волны. Воду в этом случае сначала пускают с торцевой стороны волны, а затем уже, минуты через три, с противоположной ее стороны. Третьи и следующие волны делают подобным же образом. Отгиб фланцев у волнистых жаровых труб и обработка фасок производится так же, как и при гладких жаровых трубах.

В случае сборки жаровых труб на кольцах Адамсона последние вальцуют на вальцовых загибочных станках, состоящих из трех роликов, из которых один составлен из двух половин и приводится в движение через коническую передачу. Расстояние между роликами регулируется перестановкой подшипника при помощи винта. Согнутые на станке в кольцо полосы идут в кузницу, где и свариваются по концам под механическим молотом или вручную. Обточка полос по наружной окружности производится на станке, для чего укрепляют на планшайбе сразу по 6—10 штук.

Производство камер для водотрубных котлов. а) Сварка камер на

к о к с е производится в такой последовательности. Из прямоугольного листа (фиг. 16, I) по шаблону намечают и вырезают заготовку по линии *A-a-b-в-д-е-жз-з-Б*. Подготовленные т. о. листы направляют в кузнцу для отворота бортов (фиг. 16, II). Эту опера-

сверлят и нарезают дыры для анкеров, ввинчивают и расчеканивают их головки, сверлят дыры для труб и лючков, а затем уже приступают к сварке горловины, для чего к камере *P* (фиг. 16, VI), подвешенной на цепи *C* мостового крана, подводят подвижный



Фиг. 16.

цию производят по частям вручную, нагревая участки *о-к*, *к-л-м* и *м-н*. Одновременно с этим заготавливают боковины (фиг. 16, III), производя гиб в углах *1-2-3-4* на станке IV (или VIII); нагрев этих полос производится только при толщине более 25 мм. В том случае, если горловина камеры шире, чем ее низ, части *B* и *B'* (фиг. 16, IX) приваривают к боковине *Г*. После заготовки трубных досок II и боковины III их собирают, как указано на схеме V, и направляют в сварку. Сварку нагретых участков производят вручную ударами молотов на наковальне, расположенной у горна, причем, поворачивая маховичок, можно класть камеру или на горн или на наковальню. Порядок сварки указан цифрами *1-4*, причем стяжные скрепы *p* располагаются при сварке боков *1-3* и *3-4* по вертикаль. оси, а при сварке низа *1-2* по горизонтальной. Сварка т. о. идет до мест *о* и *н*, т. е. до тех мест, от к-рых начинается отворот горловины. По окончании сварки камеру обдувают из пескоструйного прибора для обнаружения пороков сварки, а затем по исправлению замеченных недостатков обстукивают места сварки пневматическим молотком для обивки окалины и сглаживания всех шероховатостей сварки. После этого

горн *Д*. После нагрева части *К* горловины сдвигают по рельсам горн *Д* в сторону и подводят наковальню *B*, затем кладут камеру на наковальню и ударами молотов вручную сваривают нагретое место. После сварки обеих сторон горловины *К* и *М* отгибают и выправляют вручную фланец на шаблоне *T* (фиг. 16, VII), предварительно нагревая горловину на том же горне *Д*.

б) При сварке камер на газе разметку листов и отворот бортов трубных досок производят так же, как и при сварке камер на коксе. Затем, собрав трубные доски, как указано на схеме X (фиг. 16), и стянув полосами *ж*, их подвешивают к цепи крана и опускают в яму *T* (фиг. 16, XVI); одновременно в промежутки между трубными досками заводят подвижную наковальню *P*, катящуюся по помосту *Л-М*. Процесс сварки идет так: к горловине подводят укрепленную на цепи крана горелку *Л'-Л''* (фиг. 16, XVII), которой и нагревают часть ее. Как только будет достигнут необходимый нагрев, горелку отводят в сторону, а под нагретое место подводят наковальню *P*. Рядом сильных ударов молотами (работают мастер и два молотобойца) сваривают нагретое место горловины. После сварки горловин вставляют боковину

(фиг. 16, XI) и стягивают все струбцинками *и*. Нагревая той же газовой горелкой по очереди места 1-2-3-4-1'-2'-3'-4', их сваривают вручную, а затем, сняв струбцинки *и*, сваривают и промезжтки между пунктами *в-1*, 1-2 и т. д. до 4'-*с'*. Нагревая части боковин *в-в'* и *с-с'*, их отгибают (фиг. 16, XII). Дальнейшие операции идут в таком порядке: а) сваривают боковины с камерой в местах: *в'-е'*, *с'-ф'* (фиг. 16, XIII); б) сваривают концы боковин у *е'* и *ф'*; в) сгибают *е'-г'* и *ф'-б'*; г) отрубают лишние куски боковин 8 по плоскостям *г'* и *з* (фиг. 16, XIV); д) заваривают плоскости боковин у *в'* и *г'*; е) отворачивают фланцы *з* (фиг. 16, XV). Описанными способами сварки пользуются также и в случае полукруглых нижних боковин и камер других форм, для чего приходится лишь изменять соответствующим образом заготовку листов для трубных досок и боковин. В последнее время появилось значительное количество разнообразных конструкций камер, до клепаных включительно, гл. образом благодаря происшедшим в 1912—18 гг. в Германии взрывам паровых целокамерных котлов; причиной последних было расслоение приваренных боковых камер вследствие чрезмерного нагрева их в силу отсутствия надлежащей изоляции. В связи с этими взрывами Прусское и Баварское министерства запретили строить новые камеры с приваренной нижней частью передней водяной камеры. Производством секций для котлов Бабкока и Вилькокса ведется при помощи выштамповки прямоугольных цельнотянутых коробок с предварительным заполнением их песком или разборными клиньями соответствующей формы.

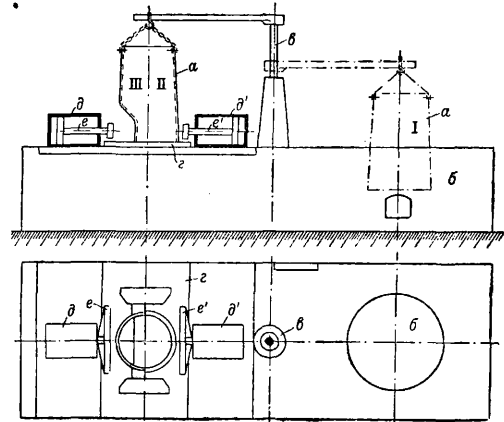
Установка анкеров. Анкеры, или стяжные болты для камер, употребляются либо с нарезкой только по концам либо со сплошной нарезкой по всей длине. В случае широких камер заводы ставят среди сплошных анкеров ряд полых, через которые впоследствии производится обдувка поверхностей нагрева труб от золы и сажи (во избежание подсоса воздуха во время работы котлов эти полые анкеры закрывают соответствующими крышками). Самые анкеры выполняются или на обыкновенных токарных станках или на специальных автоматах. В первом случае необходима заготовка железных стержней определенной длины, во втором же анкеры вырабатываются из целого прутка железа на автоматах (см. *Токарные станки автоматические*).

Производство соединительных штуцеров. Штуцеры, соединяющие камеры с барабанами, выполняются путем сварки, для чего из листа выкраивают полосу, соответствующую штуцеру, затем обстрагивают внутренние кромки на обыкновенном строгальном станке и изгибают заготовку в конусный цилиндр, смотря по требуемой форме штуцера. Нагревая кромки штуцера на коксовом горне или газовой горелкой, сваривают их вручную или под механич. молотом. Изгиб штуцера до размеров камер делают или вручную или на установке, изображенной на фиг. 17, по схеме: а) нагревают конец штуцера *а* в горне *б* (фиг. 17, I); б) поднимают краном *в* штуцер вверх и ста-

вят его на платформу *г* (фиг. 17, II); в) делают наметку сужения штуцера, для чего одновременно приводят в движение поршни *е* и *е'* прессов *д* и *д'* на полхода; г) отдают поршни *е* и *е'* в исходное положение, осматривают намеченные сужения штуцера и по исправлению неполадок установки снова пускают одновременно оба пресса уже на полный ход, дожимая штуцер с обеих сторон до формы (фиг. 17, III); под давлением штуцер держат 1—1½ минуты, а затем, по отдаче поршней прессов в исходное положение, оставляют штуцер на платформе *г* до полного его охлаждения; д) фланец штуцера, при помощи которого он приклепывается к барабану, отгибают вручную в нагретом состоянии.

Производство лючков. Детали лючков производятся при помощи штамповки, причем заготовкой для внутренних частей служат бруски железа, у которых сначала оттягивают конец под паровым молотом, а потом выштамповывают овал. Заготовки для наружи. колоколов выпрессовывают в горячую из квадратных кусков листового железа; обтачивают и нарезают детали лючков на полуавтоматах или на обыкновенных токарных станках.

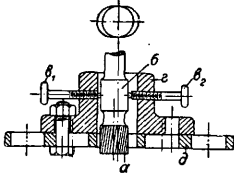
Установка анкеров в камерах. Нанеся кернами по шаблону места дыр для анкеров и для труб, в первую очередь сверлят (в большинстве случаев на многошпиндельных сверлильных станках) дыры для анкеров, причем при массовом производстве



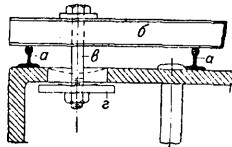
Фиг. 17.

однотипных камер для продвижения рабочего стола станка на величину расстояния между рядами применяют прикрепленные к столу полосы с дырами, соответствующими расстоянию между рядами труб или анкеров; ходящий в гнезде станины палец фиксирует столы в нужном положении. Дыры сверлят одновременно в обеих трубных досках камеры. Нарезка дыр под анкеры делается обязательно на готовой камере с возвратом метчика автоматически назад путем обратного хода или же при помощи особого двойного проходного метчика, который после нарезки дыр обеих досок камеры падает на пол и оттуда передается подручным снова на станок. Для совпадения нарезок дыр в обеих стенках камеры применяют особо

длинные метчики (см.), нарезающие обе нарезки одновременно. После нарезки всех дыр для анкеров устраняют заусенцы и ввертывают анкеры или вручную или при помощи одношпиндельной сверлильной машины.



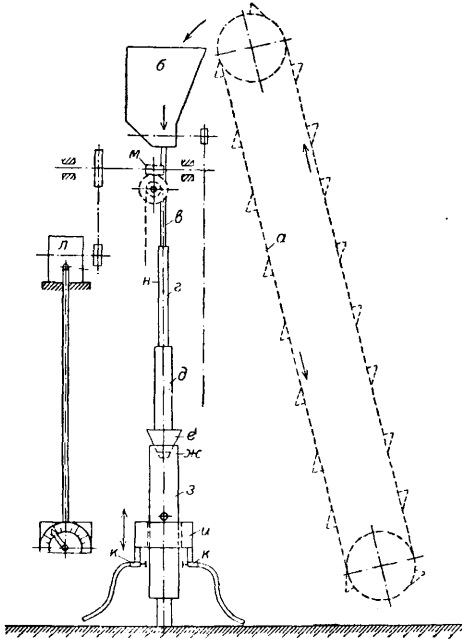
Фиг. 18.



Фиг. 19.

Ввинчивают анкеры так, чтобы резьба выходила с обеих сторон трубной доски на 2—3 нитки. Расклепка концов анкеров производится при помощи пневматических молотов. После расклепки всех головок анкеров некоторые заводы производят сверление дыр в горловинах камер, после чего, прикрепляя на болтах соответствующий лист железа, производят гидравлическую пробу с последующим устранением всех недостатков.

Сверление дыр для труб и лючков камер. Сверление дыр для труб и лючков производят преимущественно на многошпиндельных станках специальными сверлофрезерами, состоящими из сверла  $\varnothing \sim 25$  мм и фрезера соответственного размера. Для возможности введения крышек лючков внутрь камеры ряд дыр делают овальными, выполняя их вручную напильником или механически — фрезером при помощи особого приспособления (фиг. 18). Фрезер *a*, снабженный направляющим валиком *b*, передвигается

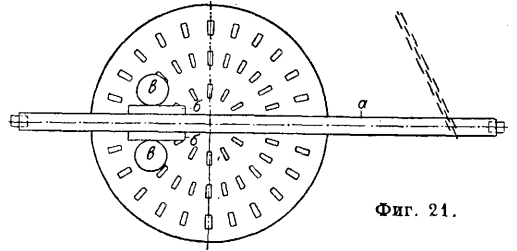


Фиг. 20.

вручную винтами  $v_1$  и  $v_2$  в овальном отверстии кондуктора  $z$ , прикрепленного к доске камеры  $d$ . Через проточенные овалы впоследствии проносят специальный торцевой

фрезер, которым по очереди и подчищают изнутри окружность всех овальных отверстий; некоторые з-ды при этой операции снимают лишь заусенцы, а некоторые профрезуют выемку под прокладку глубиной до 2—3 мм. Наружная поверхность отверстий камер под колокола опиливается вручную или же обрабатывается торцевым фрезером, который снимает заусенцы. По окончании сверловки дыр под трубы и лючки камеры правятся, для чего на них кладут ряд рельсов *a* (фиг. 19) и швеллеров *б*, заводя между последними болты *в* с шайбами *г* и, подтягивая гайки болтов *в*, выпрямляют камеру. По окончании всех этих операций некоторые з-ды «обмывают» камеру, для чего кладут ее в бак с раствором соды, приводимым в движение струей пара. Отжиг камер производится лишь немногими заводами.

Изгиб труб для вертикальных котлов. Набивка назначенных для изгиба труб песком производится или вручную или механически. Установка для механич.

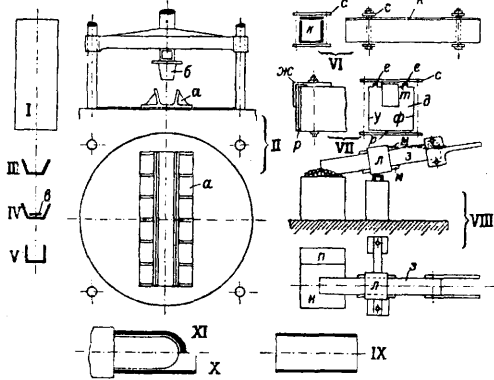


Фиг. 21.

набивания труб изображена на фиг. 20: *a* — элеватор, поднимающий песок в бункер *б*, из которого песок поступает в трубы телескопического типа *в*, *г*, *д*, а оттуда через сетку *e* и через воронку *ж* в назначенную для набивки песком трубу *з*. В трубах песок уплотняется двумя пневматическими молотками *к*, *л*, укрепленными на муфте *и*, получающей поступательное движение от мотора *л* через червячную передачу *м* и цепь *н*. Подъем и опускание муфты производятся переменной направлением движения мотора, а изменение расстояния молотков от трубы — перестановкой самой муфты. Элеватор *a* также получает движение от мотора *л*. Набитые песком трубы нагревают в местах предполагаемого изгиба на обыкновенном коксовом горне или в специальных печах. Гнут трубы для котлов на станках, принцип действия которых изображен на фиг. 21. Труба *a* расклинивается деревянными брусками *б* между упорами *в*. Если при этом изгибается труба, сваренная внахлестку, то трубу кладут так, чтобы шов находился в плоскости изгиба. Самый изгиб производится лебедкой при поддержке длинных труб цепью крана. Проверку кривизны делают по шаблонам при опущенных цепях лебедки, и только после окончательной пригонки под шаблон правят место изгиба под гладилку.

Изготовление камер для пароперегревателей паровых котлов. Камеры пароперегревателей в большинстве случаев поступают на котельные з-ды готовыми в виде соответствующих прокатных заготовок, но при отсутствии последних котлостроительные заводы сами выполняют пря-

моугольные камеры по следующей схеме (фиг. 22). Нагретый лист (I) изгибают в матрице *a* (II), в результате чего получают ко-

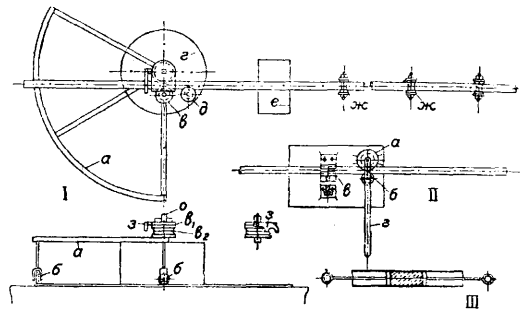


Фиг. 22.

робку, имеющую форму, обозначенную цифрой III. После этого штамп *b* приподнимают, а на согнутый лист III кладут железную пластинку *в* (IV). При следующем прессовании допрессовывают коробку до окончательной формы (V). Подправку до  $\Pi$ -образной формы производят нажимом штампа *b*, для чего коробку кладут на ребро в матрицу *a*. Если бы при этом были обнаружены неровности кромок коробки, то их исправляют при помощи пневматического зубила. Одновременно с выпрессовыванием  $\Pi$ -образной формы вырезают крышку и два доньшка, причем последние заготавливаются шире сечения камеры на 12—15 мм. В первую очередь собирают камеру с крышкой *к* (VI); затем их сваривают, нагревая коробку и крышку газом или на коксовом горне. Некоторые заводы сваривают камеры ацетиленом, отжигая их затем в отражательных печах. Сварку камеры начинают со середины, затем сваривают по краям и наконец заваривают промежутки. Доньшко *д*, снабженное двумя «кусами» *е*, надевают на коробку и прижимают угольником *ж* (VII). В случае сварки на коксовом горне на камеру *з* надевают трубу *л* (VIII), к-рую заклинивают при помощи клиньев *м*; т. о. камеру можно перекачивать с горна *н* на наковальню *п*. Сначала нагревают и сваривают сторону *р*, одновременно обрубая лишние куски, вслед за чем снимают скобку *с* (VI) и сваривают место *т*. Дальнейшие операции—следующие: а) нагрев и сварка стороны *у*, б) нагрев и сварка стороны *ф* и в) нагрев стороны *р* и ее оправка под гладилку. Отверстие для штуцеров пароперегревательных камер вырезают автотенным способом и приваривают затем штуцеры тем же способом. До сверления дыр под трубы и лючки камеру испытывают гидравлич. давлением. Иногда вместо лючков той или иной формы употребляют пробки из отрезков труб с наглухо заваренным концом (фиг. 22, XI). Для их изготовления берут соответствующей длины куски (IX) цельнотянутых труб и в нагретом состоянии надевают на оправку (X), после чего при помощи сильных ударов ручника и образуют доньшко (XI). Впоследствии эти колпачки развальцовывают во внешних отверстиях камер. При

замене труб приходится, сминая края колпачков, проталкивать их внутрь камеры и вынимать оттуда через один или несколько овальных лючков. В котлах высокого давления прямоугольные перегревательные камеры заменяются массивными цельнотянутыми трубами. Нормы IV Всесоюз. теплотехнич. съезда разрешают делать перегревательные камеры из цельнотянутых труб, стального литья или сваренными из литого железа. Сварка труб для пароперегревателей по длине производится вручную, причем трубы сваривают внахлестку, вставив внутрь трубы особую оправку. По нормам IV Всесоюзного теплотехнич. съезда трубы для пароперегревателей допускаются только цельнотянутые, причем поперечная сварка труб д. б. только внахлестку; сварка в местах изгиба не допускается.

Изгиб труб для пароперегревателей. Станок для изгиба пароперегревательных труб (фиг. 23, I) состоит из рамы *a*, вращающейся около центра на роликах *б*. На раме укреплен свободно вращающийся ролик *в*, а в центре вращения сменный ролик, состоящий из двух половин *в*<sub>1</sub> и *в*<sub>2</sub>; на платформе *г* находится еще третий ролик *д*. Перед станком расположены горн *е* и ряд катков на стойках *ж*. Пароперегревательные трубы на этом станке изгибают без набивки их песком. Нагрев место будущего изгиба, быстро подают трубу вперед так, чтобы нагретое место пришлось в паз роликов *в*<sub>1</sub> и *в*<sub>2</sub>. Накрывая трубу верхней частью ролика *в*<sub>1</sub>, набрасывают на трубу скобу *з* и заклинивают ось. Затем поворачивают каретку *a*, производя изгиб на требуемый угол. Обыкновенно изгибают партию одинаковых змеевиков, почему сначала делают одно колесо у всех змеевиков, затем второе и т. д. Кроме описанного станка употребляется и ряд других; напр. на фиг. 23, II изображен станок, состоящий из двух роликов *a* и *б*, зажима *в* и ручки *г*. Ось ролика *a* укреплена в станине, а ось ролика *б*—на ручке *г*.



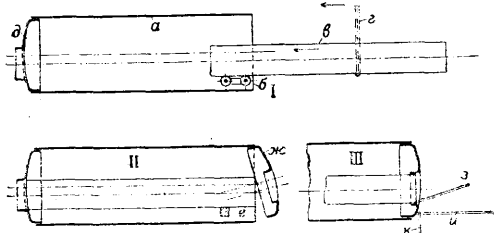
Фиг. 23.

Вращая ручку *г*, изгибают трубу на требуемый угол. При изгибе трубы в одном определенном месте иногда набивают его песком (фиг. 23, III), закрывая концы пробками. Все пароперегревательные змеевики до момента развальцовки их в камерах подвергаются гидравлической пробе.

Производство волнистых циркуляционных труб в принципе совершенно аналогично описанному выше производству волнистых жаровых труб с той

лишь разницей, что станки соответственно меньше и для получения необходимого давления бывает достаточно применения винтового пресса.

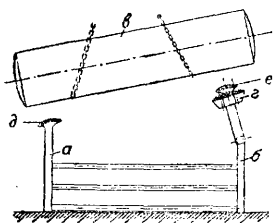
**Монтаж паровых котлов на котлостроительных заводах.** а) Монтаж жаротрубных котлов. По выполнении барабана *a* (фиг. 24, I) вводят в него на каретке *б* жаровую трубу *в*, подталкивая ее краном при помощи цепи *г*. Всунув концы жаровых труб в днище *д*, выкатывают каретку *б* и опирают жаровые трубы на деревянные подставки *е* (II). Затем вставляют второе днище *жс*, приподнимая домкратом верх жаровых труб



Фиг. 24.

и направляя низ их рычагами *з* (III); при этом подбивают днище ломом *и*, прокладывая медные полосы *к*. Сверловку дыр в жаровых трубах производят электрическими либо пневматич. сверлилками. Склепка жаровых труб производится вручную или при помощи клепальных машин подвесного типа.

б) Монтаж водотрубных цельнокамерных котлов. Передняя и задняя камеры *a* и *б* (фиг. 25) устанавливаются на полу монтажного зала *з-да*, причем по углам и в центре камер развальцовывают несколько (9—12) труб. Подвешивая барабан *в* к мостовому крану, кладут его на горловины камер и отмечают неплотности соприкосновения фланцев. Подняв барабан, подвешивают к фланцу на болтах разборную жаровню *г* с подведенным к ней дутьем. После нагрева фланца жаровню снимают и ударами молотов подгибают намеченное место.



Фиг. 25.

Опуская теперь барабан, отмечают неплотности, и если они незначительны, то подправляют их или в холодном виде или же нагревая большой ацетиленовой горелкой. Прилагая окончательно штуцеры камер к барабанам, намечают чертилкой на наменном барабане дыры заклепочных отверстий, а затем отправляют барабан для сверления дыр на сверлильн. станок. Обычно одновременно с этим идет наметка на барабане мест штуцеров для арматуры. Прорезывание отверстий производят преимущественно автоматическим способом, но иногда пользуются способом просверливания ряда дыр и прорубки промежутков пневматическим зубилом. После приклейки к барабану штуцеров для арматуры его снова ставят на камеры, у к-рых к этому времени закрыты на про-

кладках все отверстия для труб, поставлены лючки, а также уплотнены штуцеры для арматуры. Затем скрепляют штуцеры *д* и *е* (фиг. 25) с барабаном *в* при помощи болтов, с прокладкой между барабаном и штуцером какого-нибудь уплотнительного материала, после чего подвергают котел гидравлической пробе, причем в случае обнаружения неплотностей в заклепочных соединениях их уплотняют, спуская давление в котле. Ряд *з-дов*, вместо установки камер на полу монтажного зала, кладут на пол барабаны, а камеры подвешивают к крану; в этом случае камеры приходится направлять для нагрева штуцеров на расположенный вблизи горн. В случае монтажа котла с грязевиком (напр. по типу котлов Фицнера и Гампера) сначала прилаживают к барабану переднюю камеру, устанавливая их на стойках. Под барабаном располагается на опорах грязевик, правильность положения продольной оси которого по оси барабана проверяется по четырем вескам, спущенным с барабана. Вставляя затем циркуляционную трубу, отмечают неплотности фланцев, которые и исправляют вручную, нагревая фланцы на соседнем горне. После приладки циркуляционной трубы и проверки оси грязевика ставят вторую (заднюю) камеру, проверяя верность расстояния от передней камеры линейкой, длина которой равна длине труб. Если при этом фланец этой камеры не плотно подходит к грязевику, ее снимают для поправки вгоричую. Окончательно выверив расположение основных деталей котла, приступают к сверлению дыр в грязевике; эту операцию производят тут же ручными электрическими или пневматич. сверлилками, за исключением дыр впереди передней и сзади задней камеры, где их приходится сверлить трещоткой. Вслед за этим склепывают барабан с передней камерой, а грязевик—с циркуляционной трубой и с задней частью; в этом виде детали котла отправляются на место установки для окончательного монтажа.

в) Монтаж вертикально-водотрубных котлов на котлостроительных *з-дах* ограничивается приклейкой к барабанам всех штуцеров для арматуры и сверлением дыр для труб. Что же касается установки барабанов на каркасе и вальцовки труб, то это производится на месте установки парового котла.

**Расчет прочности частей паровых котлов, пароперегревателей и водяных экономайзеров.** В ныне действующем законе о паровых котлах о материале, из которого они могут изготовляться, сказано нижеследующее: «Ст. 5. Стенки парового котла должны быть изготовлены из литого или сварочного железа, мягкой некальцивающейся стали или красной меди; применение последнего материала допускается при условии, что  $t^\circ$  стенки не будет превосходить  $300^\circ$ . При расчетах для красной меди следует принимать разрывное усилие в  $22 \text{ кг/мм}^2$  при  $t^\circ 100^\circ$ , снижая его на  $1 \text{ кг/мм}^2$  на каждые  $20^\circ$  повышения  $t^\circ$  сверх  $100^\circ$ . Употребление латуни допускается для изготовления цельнотянутых дымогарных и кипящих труб с наружным диаметром не свыше  $103 \text{ мм}$  и при давлении не свыше  $10 \text{ atm}$ . Применение чугуна для



изготовления частей котла (патрубок, штуцер, колен и крышек) не допускается».

В настоящее время (начало 1930 г.) НКТ СССР изданы нормы на материалы для изготовления паровых котлов, пароперегревателей и водяных экономайзеров с рабочим давлением до 22 атм (утверждены 2 сентября 1929 г. за № 287) и разработан проект норм на материалы для изготовления котлов с рабочим давлением свыше 22 атм. Кроме того имеются особые нормы у НКПС и Наркомвоенмора.

Технические условия на изготовление паровых котлов, пароперегревателей и водяных экономайзеров были разработаны и утверждены в 1926 г. III Всесоюзным теплотехнич. съездом и в 1928 году IV Всесоюзным теплотехнич. съездом. Силы закона эти т. у. пока не имеют, но ими рекомендуется пользоваться в условиях практич. работы отечественных котельных заводов. Отделы вышеуказанных т. у. таковы: а) обработка, б) сборка, в) клепка, г) чеканка, д) отверстия для труб и вставка труб, е) связи и их постановка, ж) чеканка связей, з) изготовление гладких жаровых труб, и) изготовление волнистых жаровых труб, к) изготовление камер для водотрубных котлов, л) гидравлическая проба, м) т. у. на водопроводные трубы, н) т. у. на паропроводные, нефтепроводные, ресиверные и паротводные трубы, о) т. у. на трубы для пароперегревателей и связиные, п) специальные т. у. на изготовление паровых котлов с жаровыми трубами, р) специальные т. у. на изготовление паровых котлов с дымогарными трубами, с) специальные т. у. на постройку горизонтально-водотрубных камерных котлов типа Фицнер и Гампер, т) специальные т. у. на постройку паровых котлов системы Бабкока и Вилькокса, у) т. у. на изготовление пароперегревателей, ф) т. у. для котлов высокого давления, х) т. у. на сварку горновую и на водяном газе при котельных работах, ц) т. у. на производство ацетиленовой и электрич. сварки при ремонте и построении паровых котлов, ч) т. у. для изготовления водотрубных паровых котлов высокого давления на зарубежных заводах. [Т. у. опубликованы: по пп. а—л в 5-м вып. «Материалов к III Всес. теплотехнич. съезду» и в 1-м вып. «Грудов III Всес. теплотехнич. съезда»; по пп. м—о в 3-м вып. «Материалов к III Всес. теплотехнич. съезду»; по пп. п—ц в № 4 (37) 1928 г., а по пп. ш—в № 7 (50) 1929 г. «Известий Теплотехнич. ин-та».]

Расчет клепаных барабанов производят по ф-ле:

$$s = \frac{D \cdot p \cdot \Phi}{2\varphi K_2} + C,$$

где  $s$ —толщина листа в см,  $D$ —внутренний диам. барабана в см,  $p$ —избыточное давление в котле в кг/см<sup>2</sup>,  $\Phi$ —коэффициент безопасности,  $\varphi$ —ослабление шва,  $K_2$ —временное сопротивление материала листов на разрыв в кг/см<sup>2</sup>. Значения величин  $\Phi$  и  $\varphi$  см. За клепочные соединения прочноплотные; значения для  $C$  берут следующие:

$C=0,1$	см для $s$	до 3,0	см
$C=0,05$	»	»	свыше 3,0
$C=0,00$	»	»	» 4,0

Сварные барабаны. Толщина стенки сварных барабанов находится из следующего соотношения:

$$s = \frac{D \cdot 4,25p}{2K_2 \varphi'} + C \text{ см},$$

где  $\varphi' = 0,3$  для швов горновой сварки впристык, клиновой и т. п., причем в случае особо хорошего выполнения клиновой сварки значение м. б. повышено до 0,6;  $\varphi' = 0,7$  для швов горновой сварки внапуск, причем в случае принятия особых мер для обеспечения высокого качества сварки и проверки этого путем испытаний значение  $\varphi'$  может быть принято: 0,8—для швов, сваренных на коксовом горне; до 0,9—для швов, сваренных на водяном газе; до 0,5—для швов автогенной сварки.

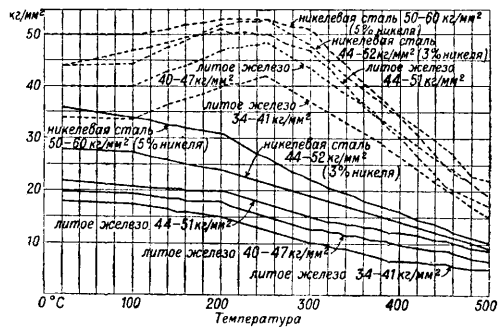
Цельнокованные барабаны. Обычно определяют толщину стенки цельнокованого барабана по ф-ле:

$$s_1 = \frac{D \cdot p \cdot 4,0}{2K_{mn} \varphi''} \text{ см},$$

где  $\varphi'' = \frac{t-d}{t}$ —ослабление продольного сечения барабана дырами для труб при шаге труб  $t$  см и при диаметре отверстия для труб  $d$  см. В действительности же цельнокованные барабаны выполняются заводами с толщиной стенки значительно (в 1,5—2 раза) большей, чем то получается по этой формуле; это объясняется тем, что з-ды ведут подсчет сначала по ф-ле:

$$s = \frac{D \cdot p \cdot \Phi}{2K_{mn} \varphi''} \text{ см},$$

в которой  $\Phi = 2,0 \div 2,8$ —степень безопасности, (наименьшие значения  $\Phi$ , принимаемые заграничными заводами: Крупн—2,3; Ганомаг—2,0; Витковицкие заводы, рассчитывая

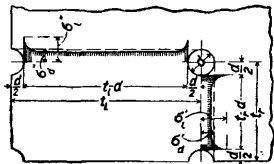


Фиг. 26.

по формуле Баха, принимают  $\Phi = 1,8$ ),  $K_{mn}$ —предел текучести (в кг/см<sup>2</sup>) при  $t^0$ , соответствующей давлению пара в котле. Значения для  $K_{mn}$  должны браться по данным, касающимся того материала, из которого будет выполняться цельнокованный барабан; но для ориентировочных подсчетов могут служить значения, приводимые в диаграмме фиг. 26 (кривые, вычерченные сплошной линией, обозначают предел текучести металла, а пунктиром—временное сопротивление на разрыв).

После определения предварительных размеров барабана производят проверку на действительно возникающие в нем напряжения. В материале барабана возникают следующие

напряжения: а) в аксиальном направлении  $\sigma'_b$  — от изгиба барабана силами тяжести;  $\sigma'_d$  — от растяжения силами внутреннего давления;  $\sigma'_t$  — температурные напряжения вследствие разности  $t^\circ$  в толщине стенки;  $\sigma'_r$  — напряжение, вызванное давлением развальцованных концов труб на стенки отверстий и  $\sigma'_l$  — напряжение у краев отверстий для труб; б) в тангенциальном направлении — напряжения, вызванные теми же причинами, за исключением изгиба, обозначаемые соответственно  $\sigma''_d$ ,  $\sigma''_t$ ,  $\sigma''_r$  и  $\sigma''_l$ ; в) в радиальном направлении  $\sigma'''_d$  — напряжение сжатия, вызываемое внутренним давлением. Величины этих напряжений определяются следующим образом.



Фиг. 27.

I. 
$$\sigma'_b = \frac{M}{W},$$

где  $M$  — максимальный изгибающий момент барабана, вызываемый собственным весом и водой и определяемый как для обыкновенной балки, а  $W$  — момент сопротивления поперечного сечения барабана с учетом ослабления его отверстиями для труб.

II. 
$$\sigma'_d = \frac{m-2}{m} \cdot \frac{r_i^2}{r_a^2 - r_i^2} \cdot p \cdot \sigma_l;$$

$$\sigma''_d = \frac{pr_i^2}{r_a^2 - r_i^2} \left( \frac{m-2}{m} + \frac{m+1}{m} \cdot \frac{r_a^2}{r_i^2} \right);$$

$$\sigma'''_d = \frac{pr_i^2}{r_a^2 - r_i^2} \left( \frac{m-2}{m} - \frac{m+1}{m} \cdot \frac{r_a^2}{r_i^2} \right),$$

где  $m$  — число Пуассона,  $r_i$  и  $r_a$  — внутренний и внешний радиусы барабана,  $p$  — внутреннее давление,  $\sigma_l$  и  $\sigma_r$  — ослабление стенок барабана отверстиями в продольном и поперечном направлениях.

III. 
$$\sigma'_t = \sigma'_l = 2G \frac{m+1}{m-1} \cdot a \cdot \Delta t \left[ \frac{1}{2} + \frac{s}{3(r_a + r_i)} \right],$$

где  $G$  — модуль упругости второго рода,  $a$  — термич. коэф-т линейного расширения,  $\Delta t$  — разность  $t^\circ$  на внешней и внутренней поверхности стенок барабана,  $s$  — толщина стенки.

IV. 
$$\sigma'_r = \sigma_r = \frac{1,3 r_e^2 + 0,7 r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p',$$

где  $p'$  — давление, оказываемое стенками трубки на стенки отверстия в барабане,  $r_e$  — расстояние краев деформированной зоны металла стенок барабана от центра отверстия,  $r_r$  — радиус отверстия для трубы;  $p'$  определяется опытным путем из сопротивления трубы выдергиванию  $S$  по следующей формуле:

$$p' = \frac{S}{\mu \cdot 2\pi r_r \cdot s},$$

где  $\mu = 0,6 \div 0,8$  — коэф. трения трубы о стенки отверстия;  $r_e$  — определяется также опытным путем, причем в качестве примерного значения м. б. приведено число 3,7 см (от

края отверстия), полученное при вальцевании при давлении  $\sim 40 \text{ atm}$ .

$$V. \sigma'_l = \frac{\sigma'_d}{\psi^4 + \frac{1}{7,2} \cdot \frac{1-\psi^4}{1-\psi} (3-1,6\psi-1,4\psi^4)};$$

$$\sigma''_l = \frac{\sigma''_d}{\chi^4 + \frac{1}{7,2} \cdot \frac{1-\chi^4}{1-\chi} (3-1,6\chi-1,4\chi^4)},$$

где

$$\psi = \frac{d}{t_r}, \text{ а } \chi = \frac{d}{t_l}$$

( $d$  — диаметр отверстия под трубу,  $t_r$  и  $t_l$  — поперечный и продольный шаг труб). Распределение напряжений в участках между отверстиями изображено на фиг. 27.

VI. Суммарное максимальное напряжение в поперечном сечении будет:

$$\sigma_{max} = \sigma'_b + \sigma'_t + \sigma'_r + \sigma'_l;$$

суммарное напряжение в продольном сечении будет:

$$\sigma_{max} = \sigma''_t + \sigma''_r + \sigma''_l.$$

VII. Степень надежности по отношению к временному сопротивлению  $K_{m0}$  при  $t^\circ$ , соответствующей давлению пара: а) в поперечном сечении барабана:

$$\Phi_1 = \frac{K_{m0}}{\sigma'_{max}},$$

б) в продольном сечении барабана:

$$\Phi_2 = \frac{K_{m0}}{\sigma''_{max}}.$$

VIII. Степень надежности по отношению к пределу текучести  $K_{m1}$  при  $t^\circ$ , соответствующей давлению пара:

а) в поперечном сечении барабана:

$$\Phi_3 = \frac{K_{m1}}{\sigma'_{max}},$$

б) в продольном сечении барабана:

$$\Phi_4 = \frac{K_{m1}}{\sigma''_{max}}.$$

Значения  $\Phi_1 - \Phi_4$  д. б. больше единицы. При значениях же степени надежности меньше единицы делают пересчеты, начиная с изменения шага отверстий для дыр и кончая увеличением толщины стенки барабана.

Жаровые трубы, подверженные внешнему давлению. а) Толщина стенки гладкой жаровой трубы стационарных котлов:

$$s = \frac{pd}{2400} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{a}{p} \cdot \frac{l}{l+d}} \right) + 2 \text{ мм},$$

где  $d$  — внутренний диаметр жаровой трубы в мм (при конич. звеньях — средний диаметр),  $p$  — наибольшее рабочее давление в кг/см<sup>2</sup>,  $l$  — длина (в мм) жаровой трубы или расстояние между действительными укреплениями ее и  $a$  — числовой коэф-т: при продольном заклепочном шве внахлестку  $a = 100$ ; при шве с двумя накладками или сварке  $a = 80$ ; при вертикальной жаровой трубе при продольном заклепочном шве внахлестку  $a = 70$ ; при шве с двумя накладками или сварке  $a = 50$ . б) Толщина стенки гладкой жаровой трубы судовых котлов:

$$s = 0,00375 \sqrt{pdl} \text{ мм},$$

причем если

$$\frac{pd}{l} > 5,$$

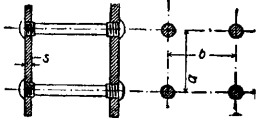
то

$$s = \frac{pd}{1000} + \frac{l}{300}$$

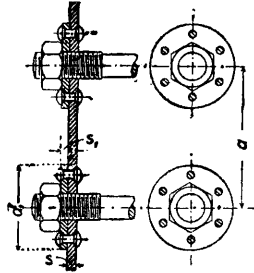
в) Толщина стенки волнистой жаровой трубы стационарных котлов:

$$s = \frac{pd}{1200} + 2 \text{ мм.}$$

где  $d$ —наименьший внутренний диаметр в мм. Жаровую трубу в пределах топки желательно выполнить на  $\frac{1}{2}$ —1 мм толще расчетной. При соединении на кольцах Адамсона  $s \leq 9$  мм. Волнистые трубы чаще всего делаются не тоньше 10 мм; длина обечаек до 6 000 мм.



Фиг. 28.



Фиг. 29.

г) Толщина стенки волнистой жаровой трубы судовых котлов при волнах Фокса или Мориссона:

$$s = \frac{pd}{1080} + 1 \text{ мм.}$$

д) Толщина стенки волнистой жаровой трубы судовых котлов при волнах Гольмса (Holmes)

$$s = \frac{pd}{1010} + 2 \text{ мм.}$$

Плоские стенки, укрепленные правильно расположенными связями или анкерами:

$$s = c \sqrt{p(a^2 + b^2)} \text{ мм.}$$

где  $s$ —толщина стенки в мм,  $p$ —наибольшее рабочее давление в кг/см<sup>2</sup>,  $a$  и  $b$ —расстояния между связями в мм (фиг. 28),  $c$ —опытный коэф-т, значения к-рого для различных случаев приведены ниже:

	Значения $c$
Стенка омывается водой и газами, связи повернуты на резьбе и расклепаны (без шайб)	0,017
То же, но вместо расклепки на связи повернуты гайки или точеные головки	0,0155
Стенка не омывается газами, связи повернуты на резьбе и расклепаны	0,015
Стенка не омывается газами, связи повернуты на резьбе и расклепаны, на них навернуты гайки или головки	0,0135
Стенки укреплены анкерными трубами	0,014
Стенка не омывается газами, под связями прикреплены шайбы (фиг. 29); внешний диаметр шайбы $d_1 = \frac{2}{3} a$ и $s_1 = \frac{2}{3} s$	0,013
То же, но $d_1 = \frac{3}{5} a$ и $s_1 = \frac{5}{6} s$	0,012
То же, но $d_1 = \frac{4}{5} a$ и $s_1 = s$	0,011

Если стенка омывается газами, то необходимо в конструкциях с шайбами увеличить  $s$  на 10% против расчетной.

Плоские стенки при случайном распределении связей или анкеров (фиг. 30):

$$s = c \frac{d_1 + d_2}{2} \sqrt{p}$$

Прямоугольные плиты со сторонами  $a$  (большая, в мм) и  $b$  (меньшая, в мм)

при заземлении по всему периметру:

$$s = 0,053 b \sqrt{\frac{p}{K_g \left[ 1 + \left( \frac{b}{a} \right)^2 \right]}} \text{ мм.}$$

где  $K_g$  (кг/мм<sup>2</sup>) не более  $\frac{1}{4} K_0$ .

Стенки, укрепленные при помощи угловых консолей или иными способами, но не связями и анкерами:

$$s = 0,017 d \sqrt{p} \text{ мм.}$$

где  $d$ —диаметр наибольшего круга, вписанного на плоской стенке так, чтобы он проходил через места укрепления (и начало округления отгиба). Связи рассчитываются на растяжение, допускаемое напряжение  $K_g$  для литого железа (без сварки)—600 кг/см<sup>2</sup>, сварочн.

Фиг. 30.

(со сваркой)—350 кг/см<sup>2</sup>, меди—300 кг/см<sup>2</sup>.

Плоские медные стенки, укрепленные правильно расположенными (фиг. 28) связями или анкерами ( $K_0$ —коэф. прочности красной меди до 100°—22,0 кг/мм<sup>2</sup>; при повышении  $t^\circ$  на каждые 20° выше 100° следует уменьшать  $K_0$  на 1,0 кг/мм<sup>2</sup>):

$$s = 5,83 c \sqrt{\frac{p}{K_0} (a^2 + b^2)} \text{ мм}$$

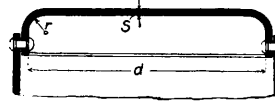
( $c$ —как было указано выше). Плоские медные стенки при случайном расположении (фиг. 30) связей или анкеров:

$$s = 5,83 \frac{d_1 + d_2}{2} \sqrt{\frac{p}{K_0}} \text{ мм.}$$

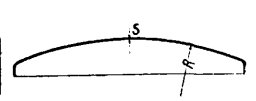
Плоские днища с отбортованными краями для стационарных котлов (фиг. 31):

$$s = \frac{1}{98} \left[ d - r \left( 1 + \frac{2r}{d} \right) \right] \sqrt{p} \text{ мм.}$$

Если толщина днища  $s$  получается  $> 20 \div 25$  мм, прибегают к его укреплению связями или к выпуклым днищам ( $s, r, d$  в мм).



Фиг. 31.



Фиг. 32.

Плоские днища с отбортованными краями для судовых котлов:

$$s = \left[ d - r \left( 1 + \frac{2r}{d} \right) \right] \sqrt{\frac{3}{800} \cdot \frac{p}{K_0}} \text{ мм.}$$

где  $K_0$ —временное сопротивление на разрыв в кг/мм<sup>2</sup>, а  $d$  и  $r$ —в мм.

Выпуклые днища для стационарных котлов, подверженные внутреннему давлению (фиг. 32):

$$s = \frac{pR}{200 K_g} \text{ мм.}$$

где  $s, R$ —в мм;  $p$ —в кг/см<sup>2</sup>;  $K_g = 6,5$  кг/мм<sup>2</sup>—для литого железа, 4 кг/мм<sup>2</sup>—для красной меди,—при температуре пара  $\leq 200^\circ$ . Выпуклые днища для судовых котлов, подверженные внутреннему давлению:

$$s = \frac{pR}{200 K_g} \text{ мм.}$$

где  $K_g = 3,85 \text{ кг/мм}^2$  для литого железа и  $2,30 \text{ кг/мм}^2$  для красной меди.

Эллиптические днища:

$$s = \frac{Ryx}{200K_0} \text{ мм.}$$

где  $x=4,0$ ,  $K_0=47 \text{ кг/мм}^2$  для литого железа и  $22 \text{ кг/мм}^2$  для красной меди при  $t^\circ$  не выше  $200^\circ$ ,  $y=1,3$  и  $R = \frac{D^2}{4h}$ , где  $D$ —внутренний диам. барабана,  $h$ —высота выпуклости стенки, включая толщину стенки.

Выпуклые днища, подвергаемые наружному давлению:

$$s = \frac{1}{2} r \cdot \frac{0,025 A \cdot p + B^2 + B \cdot \sqrt{0,05 A \cdot p + B^2}}{A^2} \text{ мм.}$$

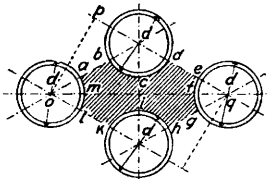
где  $r$ —наружный радиус сводчатой поверхности в мм; для цельных днищ и литого железа:  $A=26,0$ ,  $B=1,15$ ; для шаровых днищ из красной меди:  $A=25,5$ ,  $B=1,2$ ; для днищ литого железа, составленных из отдельных сегментов, склепанных нахлестку:  $A=24,5$ ,  $B=1,15$ .

Днища для жаротрубных котлов:

$$s = \sqrt{\frac{mp(R_a - R_i)(R_a - R_i - 2e + \frac{5e^2}{h + 2e})}{K_g}} \text{ мм.}$$

где  $m=0,45$  для корнваллийских котлов,  $m=0,20$  для ланкаширских котлов,  $R_a$ —радиус барабана котла в мм,  $R_i$ —радиус жаровой трубы в мм,  $e$ —расстояние между центром котла и центром жаровой трубы в мм,  $h$ —стрела выпуклости днища в мм,  $K_g = 15,0 \text{ кг/мм}^2$ .

Трубные решетки. Части решетки вне пучка труб укрепляются и рассчитываются согласно ф-лам для плоских стенок.



Фиг. 33.

При расчете частей решетки между трубами (фиг. 33) различают несколько случаев. а) Если имеются особые связи или связанные трубы на резьбе, — расчет ведется по формулам

для плоских стенок; в этом случае трубы только развальцовываются, для надежн. же укрепления труб в стенке должно быть: для литого железа  $s \geq 5 + \frac{d}{8}$  при  $d = 38 \div 100 \text{ мм}$ ;

для красной меди  $s \geq 10 + \frac{d}{8}$  при  $d = 38 \div 75 \text{ мм}$ ,

где  $d$ —наружный диаметр трубы в месте ее укрепления в стенке; сечение перешейка ( $ab$ ) между двумя отверстиями для литого железа должно быть  $\geq 180 \text{ мм}^2$  при  $d = 38 \text{ мм}$ , с увеличением до  $450 \text{ мм}^2$  при  $d = 100 \text{ мм}$ ; для красной меди—соответственно  $340 \div 850 \text{ мм}^2$  при  $d = 38 \div 75 \text{ мм}$ . б) Если связей и особых связанных труб нет, но все трубы разбортованы или ввальцованы в конически расширяющиеся кнаружи отверстия, то для надежности против вырывания концов труб д. б.:

$$\sigma = \frac{p \cdot \text{плоч. } abcdefghiklm}{nd} \leq 25 \text{ кг/см.}$$

в) Если трубные стенки не имеют самостоятельных анкерных скреплений и трубы развальцованы в цилиндрич. отверстиях, то при рабочем давлении до  $7 \text{ кг/см}^2$  также м. б. допущено  $\sigma = 25 \text{ кг/см}$ ; при более высоком

давлении величина  $\sigma$  не должна превышать  $15 \text{ кг/см}$ . Площадка между трубами проверяется по формуле:

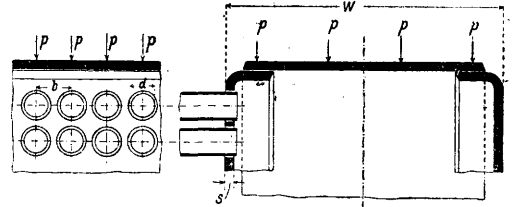
$$p = 360 \left(1 - 0,7 \frac{d}{e}\right) \left(\frac{s}{e}\right) K_b,$$

где  $s$ —толщина стенки в мм,  $p$ —наибольшее рабочее давление в  $\text{кг/см}^2$ ,  $d$ —наружный диаметр трубы у места прикрепления в мм,  $e = \frac{op + pq}{2}$  (фиг. 33),  $K_b$ —допускаемое напряжение на изгиб ( $\text{кг/мм}^2$ ), принимаемое равным  $\frac{K_0}{4,5}$  (для литого железа).

Для плоских стенок, укрепленных балочными связями (бюгелями):

$$s = \frac{p \cdot w \cdot b}{1900(b - d)},$$

где  $w$ —длина (фиг. 34) огневой коробки в мм,



Фиг. 34.

$b$ —взаимное расстояние между центрами труб в мм и  $d$ —внутренний диам. труб в мм.

Толщина стенок цельнотянутых труб для котлов с рабочим давлением до  $22 \text{ атм}$  включительно д. б. не ниже следующих значений:

Наружн. диам. в мм	до 23,5	>23,5 до 44,5	>44,5 до 57,0	>57,0 до 76	>76 до 89
Толщина стенки в мм	2,0	2,5	2,75	3,0	3,25
Наружн. диам. в мм	>89 до 108	>108 до 133	>133 до 159	>159 до 191	>191 до 216
Толщина стенки в мм	3,75	4,0	4,5	5,5	6,5

Толщина стенок труб для котлов с рабочим давлением пара выше  $22 \text{ атм}$  должна определяться по ф-ле:

$$s = \frac{pd}{200K_g} + 1,5 \text{ мм.}$$

где  $d$ —внутренний диаметр трубы в мм,  $p$ —наибольшее рабочее давление в  $\text{кг/см}^2$ ,  $K_g$ —допускаемое напряжение, принимаемое здесь равным  $5 \text{ кг/мм}^2$ . Для труб, у которых радиус загиба меньше пятикратного наружного диаметра трубы, толщина стенок должна браться с запасом. Толщина стенок двух первых рядов, расположенных в топочном пространстве, д. б. на  $1 \text{ мм}$  больше, чем получается из формулы.

Лит.: Бах К., Детали машин, М., 1929; Ба р т Ф., Паровые котлы, ч. 1—2, пер. с нем., Берлин, 1923; Бергман О., Горячая обработка металлов, М.—Л., 1928; Б р о в и ч Л., Котельное производство, Москва, 1910; Б е р л о в М. Н., Детали машин, вып. 3, Москва, 1928; В о й ш в и л о В. И., Дуговая электросварка, Л., 1927; с о ж е, Разметка в котельном деле, Л., 1927; Г а в р и л е н к о А. П., Механич. технология металлов, ч. 3, М., 1926; Г а р т м а н О. Г., Пар высокого давления, перевод с нем., Харьков, 1927; Г р е й н е р К. Г., Котельное дело, М.—Л., 1929; Г р у м-Г р и м а й л о В. Е., Шаменные печи, ч. 1—5, Москва, 1925; К и р и ш К. В., Атлас котельных установок, М., 1923; Л о м а ч Ю., Достижения в области оборудования для установок

высокого давления, «Труды III Всес. теплотехническ. съезда», М., 1926, т. 2, вып. 1; Ловин К. П. и Барсуков Б. А., Современ. америк. электрич. станции, М., 1927; Юдик А. А., Механич. технология, ч. 2, Берлин, 1923; Мюндингер Ф., Пар высокого давления, пер. с нем., М., 1926; Польгаузен А., Детали машин, пер. с нем., Берлин, 1923; Павлов М., Бесшовные цельнотянутые стальные барабаны для котлов высокого давления, «Тепло и сила», М., 1929, 4; его же, Котлы высокого давления, «Вестник котеларов», Москва, 1929, 3; Ставорский А. И., К вопросу о построении паровых котлов, пароперегревателей и паропроводов, М., 1915; его же, Камеры водотрубных котлов, М., 1916; Теплотехник, Пастольная справочная книга по расчету, проектированию и эксплуатации теплосиловых установок, под ред. А. Афанасьева, т. 1, ч. 1—2, Л., 1928; Тецнер Ф. и Гейнрих О., Паровые котлы, пер. с нем., Москва, 1927; Шимпке П., Новейшие способы сварки, М., 1928; Шимпке П., ГорнГ., Автоматическая сварка и резка, М., 1927; Сидоров А. И., Курс деталей машин, ч. 1, 2 изд., М.—Л., 1927, ч. 2, М.—Л., 1926 и Таблицы чертежей к 1 и 2 ч., М.—Л., 1925; «Материалы к III Всес. теплотехнич. съезду», М., 1926; «Материалы к IV Всес. теплотехнич. съезду», М., 1928; Проблемы безопасности и эксплуатации котельных установок. Сборник статей, пер. с нем., Л., 1928; Технич. условия на изготовление паровых котлов и их деталей, «Материалы к III Всес. теплотехнич. съезду», Москва, 1926, вып. 3 и 5; «ИТИ», 1928, 4 (37); Технические условия для изготовления водотрубных паровых котлов высокого давления на зарубежных заводах (проект), «Труды съездов делегатов и инженеров Международного объединения союзов по котлонадзору», Москва; «Вестник Моск. об-ва технич. надзора», Москва, 1913, 7; 1925, 7; «Вестник металлпромышленности», М., 1926, 1—2; «Известия Гос. электр. треста», М., 1928, 7—8; «Техника и производство», М., 1925, 2; 1927, 3; 1929, 2; «Тепло и сила», М., 1927, 1, 3, 6, 7; 1929, 4; OST 19—20—для лист. железа, OST 301—303—для заклепок, М.; Вахс С. у. В а у м а н н Р., Elastizität u. Festigkeit, 9 Aufl., Berlin, 1924; Вахс С. у. Versuche über d. Widerstandsfähigkeit u. d. Formänderung gewölbter Kesselböden, «Forschungsarbeiten», В., 1925, Н. 270; Вахс С. у. В а у м а н н Р., Beanspruchung d. Bleche beim Nieten, ibidem, Berlin, 1922, Н. 252; В ä h r e n W., Berechnung d. Wanddicken v. Hochdruckkesseltrommeln, «Die Wärme», Berlin, 1929, 30; Geiger C., Handbuch d. Eisen- u. Stahlgießerei, В. 1, 2 Aufl., Berlin, 1925; G l o c k e r R., Materialprüfung mit Röntgenstrahlen, В., 1927; G e r b e l M., Die Herstellung d. Dampfkessel, В., 1907; J ä g e r H., Bestimmungen über Anlegung u. Betrieb d. Dampfkessel, 5 Auflage, 1926; K i m b a l l D., and B a r r J., Elements of Machine Design, N. Y., 1923; K r a u s e H., Maschinenelemente, 4 Auflage, В., 1923; L o r e n z R., Temperaturnpannungen in Hohlzylindern, «Z. d. VDI», 1907, p. 743; L a u d i e n K., Maschinenelemente, В. 1, 4 Aufl., Leipzig, 1925, В. 2, 3 Aufl., Lpz., 1923; L e u c k e r t W. and H i l l e r H., Keil, Schraube, Niet, 3 Aufl., Berlin, 1925; M o s e r M., Der Kesselbaustoff, 3 Aufl., Berlin, 1928; M e r b a c h K., Die Werkstoffe für den Dampfkesselbau, В., 1928; R ö t s c h e r F., Die Maschinenelemente, В. 1, Berlin, 1927; R o s z a k C. et V é r o n M., La construction des chaudières aux États-Unis, «La technique moderne», P., 1925, t. 17, 7; S p a l s c k h a v e r R., S c h n e i d e r s Fr. and R ü s t e r A., Die Dampfkessel nebst ihren Zubehörsachen und Hilfseinrichtungen, 2 Auflage, Berlin, 1924; S t u m p e r F., Die Chemie d. Bau- u. Betriebsstoffe d. Dampfkesselwesens, Berlin, 1928; U r b a n c z y k G., Festigkeitseigenschaften v. Kesselblechen bei Temperaturen von 20 bis 600°C., «St. und E.», 1927, Н. 27; F ö p p l., Vorlesungen über technische Mechanik, В. 5, p. 246, Berlin—Lpz., 1907; H ö h n E., Nieten u. Schweissen d. Dampfkessel, Berlin, 1925; H ö h n E., Über die Festigkeit elektrisch-geschweisster Hohlkörper, В., 1924; H ä e d e r H., Die Dampfkessel, 7 Aufl., Wiesbaden, 1923; Z e i p e l F., Sind die üblichen Berechnungsformeln f. zylindrische Mäntel u. Wölbböden f. Kessel richtig? «Die Wärme», В., 1929; Richtlinien f. die Anforderungen an den Werkstoff u. Bau von Hochleistungsampfkesseln, В., 1927; 4. Tagung d. Allgemeinen Verbandes d. deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine, Berlin, 1925; «Kruppsche Monatshefte», Essen, 1925, Н. 10, 1926, Н. 11, 1928, Н. 1—2; «GC», 1928, 4, 1929, 4; «Maschinenbau», В., 1925, 20; «Z. d. VDI», 1910, p. 362; 1911, p. 114, 956, 1358, 1990; 1912, p. 890, 1780, 1890; 1913, p. 401, 664, 1201, 1061; 1914, p. 95, 178, 626; 1915, p. 628, 657; 1918, p. 637; 1919, p. 25, 555; 1920, p. 157, 845; 1921, p. 237; 1923, p. 629; 1924, p. 68; «Zeitschrift d. Bayerischen Revisionsvereins», München, 1910, p. 33, 212; 1912, p. 191; 1913, p. 165, 179; 1922, p. 191; 1923, p. 5; 1928, 16—17; «Die Wärme», Berlin, 1929, 2, 5, 6, 30, 33, 41.

А. Ставорский.

КОТЛЫ КОМБИНИРОВАННЫЕ, см. Котлы паровые.

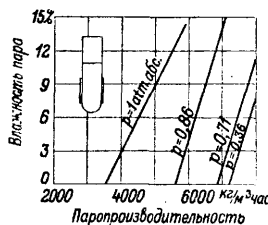
**КОТЛЫ ПАРОВЫЕ**, закрытые сосуды, в к-рых под действием тепла жидкость обращается в пар, могущий приобретать давление выше атмосферного. Все К. п., избыточное давление в которых может превысить 0,5 atm, подлежат особой законодательной регламентации (в СССР—Правила устройства, установок и содержания паровых котлов Наркомтруда) и правительственному надзору. В зависимости от назначения паровые котлы разделяются на заводские (станционные и локомотивные), паровозные и пароходные.

Целью всякой котельной установки является использование путем парообразования тепла, развивающегося вследствие: а) горения топлива как в топке самого К. п., так и в какой-либо другой промышленной установке (использование тепла отходящих газов металлургическ. печей, выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания и т. д.), или б) прохождения электрич. тока по проводникам с значительным сопротивлением. Здесь рассматриваются К. п. первого типа; подробности об отапливаемых электрич. ток котлах см. *Электрические нагревательные приборы*.

Каждый К. п. состоит из топочного пространства (см. *Топки*), в котором происходит сжигание топлива, водяного и парового пространств, в к-рых помещаются соответственно нагреваемая вода и образовавшийся из нее пар. Образовавшееся при горении тепло передается частью путем излучения, частью при посредстве конвекции и теплопроводности. Излучением передается тепло от слоя горящего топлива, от факела горящих газов и от нагретых стенок топочного пространства тем частям К. п., которые облучаются непосредственно испускаемыми этими телами тепловыми лучами. В остальной части К. п. тепло передается от горячих дымовых газов к более холодным стенкам К. п. или его частей путем конвекции и теплопередачи. Продукты горения, образующиеся в топочном пространстве, проходят последовательно по дымоходам, омывая поверхность К. п. в собственном смысле слова, *пароперегревателя* (см.), *экономайзера* (см.) и воздухоподогревателя; затем, охладившись и отдав значительную долю заключавшегося в них тепла, газы ствоятся через дымовую трубу.

Количество кг пара, к-рое К. п. может дать в течение 1 часа, т. е. паропроизводительность  $G$ , зависит от величины поверхности нагрева  $H$ , т. е. от поверхности, омываемой с одной стороны водой, с другой горячими топочными газами; последняя характеризует собой также размеры К. п. Паропроизводительность, отнесенная к 1 м<sup>2</sup> поверхности нагрева ( $G:H$ ), называется *напряжением поверхности* нагрева. Клд. собственно К. п.  $\eta_k$  (т. е. К. п. независимо от клд. топки) представляет собой отношение количества тепла, необходимого для получения  $G$  кг пара данных давления и  $t^\circ$  из питательной воды с  $t^\circ$  поступления ее в К. п. (т. е. в экономайзер, если последний составляет часть К. п., или непосред-

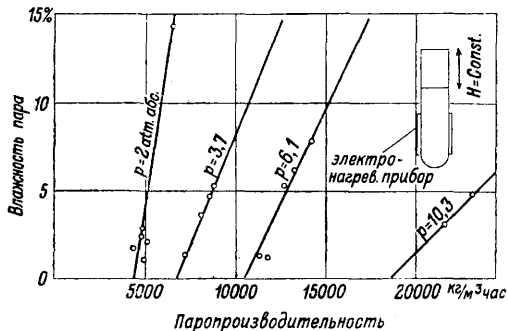
ственно в котел, если экономайзер устроен отдельно или его нет вовсе), к количеству тепла, фактически полученного в топке в час. Кпд топки  $\eta_m$  представляет собой отношение количества тепла, фактически полученного при сжигании топлива, к нижней теплотворной способности топлива. Полный кпд топки вместе с котлом  $\eta = \eta_k \cdot \eta_m$ . Поверхность нагрева К. п. разделяют на прямую, — подверженную действию тепловых лучей, и не прямую, на которую тепло передается



Фиг. 1а.

исключительно путем конвекции и теплопроводности. Кроме того различают поверхность нагрева, смачиваемую водой и омываемую газами; для расчетов в судовых К. п. обыкновенно пользуются первой, в сухопутных — второй. Граница, разделяющая части К. п., омываемые дымовыми газами, от частей, защищенных от действия горячих газов, называется огневой линией. Часть объема К. п., заполненная водой,  $V_w$ , носит название водяного пространства, а занятая паром  $V_n$  — парового пространства; граница между ними называется зеркалом испарения. Вода, заполняющая водяное пространство, является аккумулятором тепла, поэтому К. п. с большим объемом водяного пространства работают с меньшими колебаниями давления при резких изменениях в отборе пара. С другой стороны, К. п. с большим содержанием воды представляют большую опасность в случае взрыва. Величина объема парового пространства влияет на качество пара. Пар стремится получить всегда возможно более сухим, т. к. на влажном паре паровые двигатели работают хуже и быстрее происходит загрязнение пароперегревателя. На фиг. 1а и 1б графически изображена зависимость влажности пара от нагрузки парового пространства и давления  $p$ .

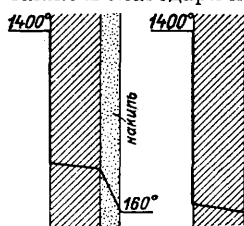
Основной целью устройства К. п. является передача тепла от сжигаемого топлива к



Фиг. 1б.

содержащейся в К. п. воде. Поэтому основными физич. законами, к-рыми определяется работа К. п., являются законы *теплопередачи* (см.). Тепло передается лучами (инфракрасные лучи), конвекцией и вследствие те-

плопроводности тел. Лучеиспускание в сильнейшей степени зависит от  $t^\circ$  излучающего тела (по закону Стефана-Больцмана оно пропорционально 4-й степени абс. темп-ры) и поэтому при высоких  $t^\circ$  влияние его весьма значительно. В виду этого современная техника котлостроения стремится возможно полнее использовать этот путь передачи тепла, развивая так назыв. экранную поверхность в К. п., т. е. ту часть поверхности нагрева, которая озаряется тепловыми лучами, исходящими непосредственно из раскаленного топлива, будь то слой топлива, горящего на решетке, или факел горящих или раскаленных газов. Конвекция и я, играющая роль в передаче тепла через стенку К. п., — в значительной степени искусственного происхождения, т. к. вызывается гл. обр. теми вихрями, к-рые возникают в потоке газов благодаря тому, что скорость их обычно превышает критическую, а также и благодаря наличию многочисленных



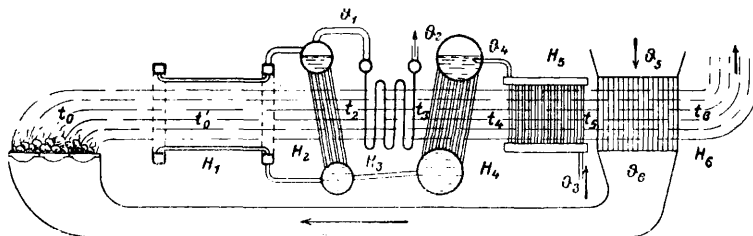
Фиг. 2.

искривлений потока, поворотов и т. д. Однако, несмотря на интенсивность такой искусственной конвекции со стороны газов, наибольшее препятствие тепловой поток встречает при переходе от газов к стенке К. п. Происходит это по видимому потому, что стенка всегда покрыта изолирующим ее слоем охлажденного газа, к-рый и препятствует доступу к стенке горячих газовых частиц. Поэтому одной из основных задач правильного направления газов является возможно более интенсивное смывание со стенок этого изолирующего холодного слоя, что достигается увеличением скорости движения газов. С увеличением этой скорости коэф. теплопередачи, т. е. количество тепла, переданного в час через поверхность в  $1 \text{ м}^2$  при разности  $t^\circ$  в  $1^\circ$ , возрастает примерно пропорционально корню квадратному из скорости. Теплопередача от газов к стенке значительно ухудшается в том случае, если стенка покрыта слоем сажи или золы. Поэтому поддержание стенок в чистом состоянии во время работы К. п. является одним из основных требований правильной эксплуатации его. Сопротивление самой металлч. стенки К. п. играет совершенно подчиненную роль благодаря хорошей теплопроводности металлов, и поэтому с этой точки зрения совершенно безразлично, из какого металла сделан К. п. и какова толщина его стенок. Загрязнение стенок с внутренней стороны отложениями накипи имеет однако большое значение, так как накипь часто благодаря своему составу (примесь масла) является очень плохим проводником тепла. Из фиг. 2, представляющей схему перехода тепла через стенку, видно, как сильно повышается  $t^\circ$  стенки при загрязнении ее накипью. Помимо накипи препятствием к переходу тепла от стенки к воде м. б. пузырьки пара, если они, образовавшись вблизи стенки, не удаляются быстро от нее; поэтому важно, чтобы вода в К. п. находилась в постоянной циркуляции.

**1. Тепловой расчет К. п.** Размеры поверхности нагрева К. п. для менее ответственных установок небольшого размера с котлами нормальных типов рассчитываются обычно по эмпирической ф-ле:

$$H = \frac{G}{k},$$

где  $H$ —поверхность нагрева К. п. в  $m^2$ ,  $G$ — часовая паропроизводительность К. п. в кг, а  $k = \frac{G}{H}$ —напряжение поверхности нагрева, к-рое берут из таблиц на основании опытных данных (см. табл. 1). Для крупных ответственных котельных установок этот способ расчета неприменим, так как каждая такая установка строго индивидуальна и приурочена к местным условиям в смысле качества топлива, характера нагрузки, давления и  $t^\circ$  перегрева пара. Современная котельная установка состоит в наиболее общем схематическ. виде из следующих отдельных частей (фиг. 3): 1) топочного пространства, в котором происходит сжигание топлива; 2) экранной поверхности нагрева  $H_1$ , состоящей из трубок, укрепленных на стенках топочного пространства и подверженных непосредственному воздействию лучеиспускания слоя топлива и факела горящих газов; 3) передней части собственно К. п.  $H_2$ , т. е. части его, лежащей перед пароперегревателем; 4) пароперегревателя  $H_3$ ; 5) задней части К. п.

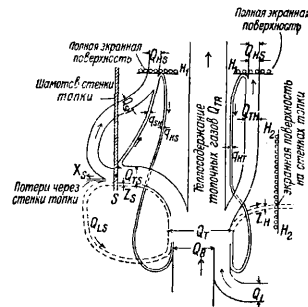


Фиг. 3.

$H_4$ ; 6) экономайзера  $H_5$  для подогрева питательной воды; 7) воздушного подогревателя  $H_6$  для топочного воздуха. Целью теплового расчета является определение величины отдельных элементов котельной установки т. о., чтобы обеспечить получение необходимого количества пара данных темп-ры и давления из питательной воды данной  $t^\circ$  при условии охлаждения дымовых газов до  $t^\circ$ , обуславливающей достаточную экономичность установки в смысле расхода горючего. С повышением темп-ры кпд установки одна-ко связано ее удорожание, и задачей экономич. расчета является определение наиболее выгоднейшей степени использования топлива.

Сложностью явлений теплоотдачи в пределах котельной установки объясняется то обстоятельство, что до сих пор не выработано единообразного и точного метода теплового расчета. В основном расчет ведется след. обр. Заданными величинами являются: сорт угля, его состав, низшая теплотворная способность  $B$ , давление  $p$ , темп-ра  $\vartheta_2$  и часовое количество  $G$  пара. Для данного варианта установки задаются: желательным содержанием  $CO_2$  в дымовых газах (для каменных углей 14—15%) или, что то же,

коэф-том избытка воздуха; желательными  $t^\circ$  дымовых газов—перед пароперегревателем  $t_2$ , перед выходом в дымовую трубу  $t_6$ ; темп-рой питательной воды перед экономайзером  $\vartheta_3$  и после него  $\vartheta_4$ ; темп-рой топочного воздуха перед подогревателем  $\vartheta_5$  и после него  $\vartheta_6$ . Задаввшись кпд точки и принимая во внимание состав топлива, коэф-т избытка воздуха, форму и объем топочного пространства, а также часть площади стенок топочной камеры, занятую экранной



Фиг. 4.

поверхностью нагрева К. п., определяют действительную темп-ру пламени в топке  $t_0$ . Явления теплопередачи в топке изображены графически на фиг. 4. Вместе с топливом вводится в топку  $Q_B$  Cal, к ним присоединяются:  $Q_{LS}$ —колич. тепла, вводимое в топку подогреваемым в полых стенках топки воздухом,  $Q_L$ —количество тепла, вводимое в топку воздухом, подогретым в особом подогревателе,  $q_{HS}$  и  $q_{HT}$ — количество тепла, отбрасываемое в топку обратным лучеиспусканием стенок котла. Т. о. полное количество тепла в продуктах сгорания  $Q_T = Q_B + Q_L + Q_{LS} + q_{HS} + q_{HT}$ . Из этого количества часть  $Q_F$  расходуется в самой топке, а часть  $Q_{TR}$  уходит с дымовыми газами и, омывая поверхность нагрева парового котла, отдает постепенно свое тепло.  $Q_F$  составляется из следующих частей: часть тепла  $Q_{TH}$  посредством лучеиспускания передается непосредственно экранной поверхности нагрева котла:

$$Q_{TH} = \frac{H_1}{1 + \frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_s}} \left[ \left( \frac{T_0}{100} \right)^4 - \left( \frac{\theta_1}{100} \right)^4 \right],$$

где  $T_0' = t_0' + 273$ ,  $\theta_1 = \vartheta_1 + 273$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_s$ — постоянные излучения горячего тела, холодного тела и абсолютно черного тела, выраженные в  $Cal/m^2$  ч. ( $^\circ K$ )<sup>4</sup>; по Рейтлингеру и Вамслеру для топок К. п.

$$\frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_s}} \cong 4,0 \div 4,2 \text{ Cal/m}^2 \text{ ч. } (^\circ K)^4.$$

Экранной же поверхности передается часть тепла путем теплопроводности  $Z_H$ . Другая часть передается лучеиспусканием  $Q_{TS}$  и путем теплопроводности  $Z_C$  огнеупорным стенкам топочной камеры. Из этого количества небольшая часть  $q_{SH}$  отражается непосредственно и т. о., не увеличивая  $t^\circ$  стенок, передается экранной поверхности нагрева К. п. Остальное количество нагревает шамотную

Табл. 1.—Основные данные

Наименование установки и номер фиг. текста	Предельные значения *2			Средние значения *2			
	$H$ в м <sup>2</sup>	$\frac{p}{\kappa\text{г/см}^2}$	$R$ в м <sup>2</sup>	$H : R$	$G : H$	$G : F$	$H : F$
Простой цилиндрч. котел	< 30	$\leq 12$	< 1,8	15—20	12—18	10—18	0,8—1,0
Батарейные котлы с 2 и 4 кипятыльни- ками	20—100	$\leq 15$	< 2,2	25—38	12—17—22 15—20—24 16—22—26	18—40 22—48 24—55	1,5—2,2 1,5—2,2 1,5—2,2
Батарейные котлы с 3, 6 и 9 кипятыль- никами Фиг. 5	30—250	$\leq 15$	< 5,4	30—45	12—18—22 15—20—25 16—22—26	24—80 30—100 32—110	2,0—4,0 2,0—4,0 2,0—4,0
Одножаротрубные ко- тлы (норваллий- ские)	10—80	$\leq 12-15$	0,35—2,8	28—34	15—20—25 25—30—35	22—40 35—55	1,5—2,0 1,5—2,0
Двухжаротрубные ко- тлы (ланкаширские) Фиг. 9	40—150	$\leq 12-15$	1,2—7,2	32—36	18—22—26 22—28—32	32—55 50—70	1,8—2,2 1,8—2,2
Котлы Галлоуэя Фиг. 11	28—120	$\leq 12$	1,35—4,0	21—30	28—40—55	55—85—120	2,0—2,4
Простой огнетрубный котел Фиг. 15	20—150	$\leq 10$	0,5—2,5	40—60	12—16—20	$(4,8 \div 8)H^{0,53}$	$0,4H^{0,53}$
Комбинированный одножаротрубный и огнетрубный котел с прямым ходом ды- ма (К. п. сист. Фер- берна)	22—75	$\leq 10-12$	0,43—1,6	40—48	18—22—26	55—90	3,1—3,5
Комбинированные од- но- или двухжаро- трубные и водотруб- ные К. п. с обрат- ным ходом дыма (так наз. экономич. К. п.) Фиг. 17	13—200	$\leq 10$	0,35—5,0	38—42	22—28—35	$(20 \div 30)\sqrt{H}$	$0,9\sqrt{H}$
Локомотивные кот- лы немецкого типа Фиг. 18	8—120	$\leq 12-15$	0,2—2,8	35—40	18—22—28	$(36 \div 55)\sqrt[3]{H}$	$2\sqrt[3]{H}$
Локомотивные кот- лы англ. типа Фиг. 19	7—80	$\leq 12$	0,12—2,4	34 (в малых моделях до 56)	14—20—26	$(30 \div 50)\sqrt[3]{H}$	$2,1\sqrt[3]{H}$



К. п. различных систем.

Употребительный род топок	Употребительные размеры в м *1	На 1 м <sup>2</sup> поверхности нагрева приходится в среднем		
		водяного пространства в м <sup>3</sup>	парового пространства в м <sup>3</sup>	зеркала испарения в м <sup>2</sup>
Обыкновенная плоская колосниковая решетка, ручное обслуживание	$L=6\div 2$ $D=0,8\div 1,5$ $L:D=6,6\div 10,0$	0,4—0,45	0,18—0,16	0,48—0,55
Плоская колосниковая решетка; ручное или механич. обслуживание Ступенчатая колосниковая решетка Наклонная решетка в кипятыльнике Тенбринка	$D=0,8\div 1,4$ $D'=0,65\div 0,95$ $L=5\div 12$ $L'=5\div 12$	0,20—0,24	0,05—0,06	0,14—0,16
Плоская колосниковая решетка; ручное или механич. обслуживание Ступенчатая колосниковая решетка Наклонная решетка в кипятыльнике Тенбринка	$D=0,8\div 1,5$ $D'=0,65\div 1,0$ $L=6\div 12$ $L'=5\div 12$	0,22—0,26	0,04—0,05	0,13—0,15
Плоская решетка; ручная, реже механическая подача топлива; каменный уголь Ступенчатая колосниковая решетка; бурый уголь; нефтяная топка с распылением	$D=0,28\sqrt{H}=1,1\div 2,2$ $d'=0,5D$ (для волнистых труб $d'=0,5D+0,05-0,1$ ) $d'\cong 0,55\div 1,25$ $a=b=0,1D$ $e=0,1D+0,01$	0,18—0,20	0,06—0,05	0,26—0,30
Плоская решетка; ручная, реже механическая подача топлива; каменный уголь Ступенчатая колосниковая решетка; бурый уголь; нефтяная топка с распылением	$D=0,21\sqrt{H}=1,7\div 2,5$ $d'=0,5D-0,25\div 0,3=0,6\div 1,05$ $2a=0,5D-0,06\div 0,075$ $b=0,1D-0,07$ $c=0,1D+0,02$	0,18—0,21	0,065—0,075	0,20—0,23
Обыкновенная плоская решетка; ручная, реже механич. подача топлива; каменный уголь	$D=1,8\div 3,0=(0,23\div 0,56)\sqrt{H}$ $d'=0,5D-(0,25\div 0,3)=0,6-1,2$ $a=0,5D-(0,08\div 0,07)$ $b=0,1D-0,05$ $c=0,1D+0,02$ Число галловеевск. труб $n\cong 0,2H$	0,16—0,19	0,06—0,07	0,19—0,22
Обыкновенная плоская решетка; ручная подача топлива; каменный уголь	$D=1,25\div 2,10\cong 0,66\sqrt[5]{H}$ $L=1,8\div 5,6$ $d'=0,064/0,070\div 0,076/0,082$ $n=40\div 110$	0,08—0,10	0,03—0,025	0,08—0,09
То же	$D=1,4\div 1,9\cong 0,38\sqrt{H}$ $L=3,0\div 6$ $d'=0,5D+(0,05\div 0,1)$ $d=0,064/0,07\div 0,076/0,082$ $n=40\div 75$ $a=b=0,1Dc=0,1D+0,01$	0,13—0,16	0,05—0,04	0,18—0,22
То же Нефтяная топка с распылением	$D=1,4\div 3,0\cong 1,35\sqrt[3]{H}$ $L=2,0\div 4,8$ $d'=0,5D+(0,0\div 0,05)$ для 1-жаров. трубы при $D < 2,0$ $d=(0,31\div 0,032)D$ для 2-жаровых труб при $D \geq 2,0$ $d=0,064/0,070\div 0,084/0,090$ $n=40\div 400$	0,09—0,11	0,036—0,04	0,08—0,12
Горизонтальная внутр. колосниковая решетка; ручная или механич. загрузка топлива; выносная топка со ступенчатой решеткой	$D=1,0\div 2,4\cong \sqrt[3]{0,11H}$ $L=2,5\div 6,5$ $a'=0,5D+(0,1\div 0,15)$ $L''=1,0\div 3,0$ $d=0,051/0,056\div 0,064/0,070$ $n=30\div 120$	0,12—0,15	0,05—0,04	0,18—0,22
Горизонтальная внутр. колосниковая решетка; ручная загрузка. Применяется гл. обр. на передвижных локомотивах	$D=0,52\div 1,3\cong 0,25H^{0,38}$ $L=2,6\div 6,0$ $A=0,70\div 1,30$ $B=0,6\div 1,4$ $A'=0,5\div 1,10$ $B'=0,48\div 1,2$ $d=0,05/0,056\div 0,064/0,070$ $n=25\div 120$	0,12—0,15	0,05—0,04	0,18—0,22

Табл. 1.—Основные данные К. п.

Наименование установки и номер фиг. текста	Предельные значения **			Средние значения **			
	$H$ в м <sup>2</sup>	$\frac{P}{V}$ кг/см <sup>2</sup>	$R$ в м <sup>2</sup>	$H : R$	$G : H$	$G : F$	$H : F$
Вертикальные жаротрубные котлы с кипящими трубами Фиг. 22	2—20	$\leq 8-10$	0,10—0,85	20—25	12—16—20	60—150	5—7,5
Вертикальные водотрубные котлы Фиг. 51 и 52	7—45	$\leq 10-12$	0,35—1,5	20—30	12—16—20	$(42 \div 70) \sqrt[3]{H}$	$3,5 \sqrt[3]{H}$
Вертикальные с горизонтальными жаровыми трубами, т. н. К. п. Кокрана Фиг. 2а	5,5—100	$\leq 12-15$	0,45—3,8	12,5—24,5 ( $\approx 4 \sqrt{H}$ )	18—24—35 $G:H \approx 127$ $\left( \frac{R}{H} - 0,2 \right)$ $\left( \frac{H}{R} - 13 \right)$ $\left( 5 + \frac{R}{7,5} \right)$	$(60 \div 100) \sqrt[4]{H}$	$3 \sqrt[4]{H}$
Комбинированные горизонтальные огнетрубные котлы с кипящими трубами	30—250	$\leq 12-15$	0,6—6,0	35—56	12—16—20	$(4,5 \div 7,5) H^{0,53}$	$0,38 H^{0,53}$
Комбинированные жаротрубные и огнетрубные котлы с двумя паровыми пространствами Фиг. 26 и 27	70—500	$\leq 15$	1,36—7,4	52—55 (до $H = 200$ ) 55—60 ( $H = 200-50$ ) 65—68 ( $H = 250-500$ )	12—16—20	$(5 \div 8) H^{0,54}$ (50—230)	$0,4 H^{0,54}$ (4—11,5)
Нормальные двухкамерные горизонтально-водотрубные котлы Фиг. 34	30—500	$\leq 12$	1,0—15,0	32—40	14—18—26	$(13 \div 24) H^{0,45}$ (80—390)	$(0,75 \div 0,9) H^{0,45}$ (4,5—15)
Секционные горизонтально-водотрубные котлы (системы Бабюка и Вильюкса) нормальн. типа	30—500	$\leq 15$	0,8—13,0	35—40	16—20—30	$(16 \div 30) H^{0,42}$ (70—420)	$(1,0 \div 1,04) H^{0,42}$ (4,2—13,6)
Секционные горизонтально-водотрубные котлы большой мощности (сист. Бабюка и Вильюкса морского типа и производные от него системы) Фиг. 36 и 37	300—2 500	$\leq 35$	12—90	24—28	30—40—52	$(33 \div 60) H^{0,38}$ (290—1 250)	$(1,1 \div 1,2) H^{0,38}$ (9,6—24)
Вертикально-водотрубные котлы двух- и четырехбарабанного типа (сист. Гарбе) Фиг. 42	100—1 000	$\leq 20$	2,5—25,0	38—40	24—30—45	$(35 \div 70) \sqrt[3]{H}$ (170—700)	$(1,47 \div 1,54) \sqrt[3]{H}$ (7,6—15,4)
Трех- и четырехбарабанные вертикально-водотрубные котлы большой мощности Фиг. 46, 48 и 49	600—3 500	$\leq 35$ (иногда до 100)	15—50	40—70	30—45—55	$(4,5 \div 8,0) H^{0,65}$ (270—2 600)	$0,15 H^{0,65}$ (9—30)

\*1  $D$ —внутр. диам. главного барабана,  $D'$ —внутр. диам. вспомогательных барабанов,  $d$ —внутренний и на роного конца,  $a$  и  $b$ —расстояния между центрами барабана и жаровых труб по горизонтали и по вертикали,  $t$ —длина барабанов,  $L'$ —длина тонки в локомобильном котле немецкого типа,  $l$ —длина трубного пучка,  $l_n$ —длина наружной и внутренней огневой коробки локомобильных котлов англ. типа,  $B$  и  $B'$ —то же ширина,  $h$ —

\*2  $H$ —поверхность нагрева,  $R$ —площадь колосниковой решетки,  $G$ —часовая паропроизводительность,  $F$ —

Употребительный род топок	Употребительные размеры в м *1	На 1 м <sup>2</sup> поверхности нагрева приходится в среднем		
		водяного пространства в м <sup>3</sup>	парового пространства в м <sup>3</sup>	зеркала испарения в м <sup>2</sup>
Горизонтальная внутр. колосниковая решетка; ручная подача топлива	$D = 0,65 \div 1,6$ $h = 1,8 \div 4,0$ $d' = 0,8 \div 0,9D$ $h' = 0,8 \div 0,75h$ $d'' = 0,14/0,28 \div 0,25/0,40$ $n = 1 - 5$	0 10—0,13	0,07—0,1	0,08—0,12
Горизонтальная внутр. колосниковая решетка; ручная подача топлива	$D = 0,8 \div 1,5$ $h = 2,0 \div 4,3$ $d' = (0,75 \div 0,85)D$ $h' = 0,9 \div 1,4$ $a = 0,05/0,056 \div 0,057/0,063$ $n = 48 \div 1,10$	0,12—0,16	0,05—0,07	0,06—0,10
Горизонтальная внутр. колосниковая решетка; ручная подача топлива	$D = 0,9 \div ,6$ $h = 2,0 \div 5,2$ $d = 0,044/0,049 \div 0,066/0,072$ $n = 50 \div 280$ $r = (0,4 \div 0,42)D$	0 08—0,10	0,07—0,08	0,06—0 08
Горизонтальная колосниковая решетка; ручная, реже механич. подача топлива	$D = 1,25 \div 2,10 \cong 0,68 \sqrt[5]{H}$ $L = 1,7 \div 6 = L' - (1,0 \div 1,5)$ $D' = 0,65 \div 1,0 \cong 0,5D$ $d = 0,064/0,070 \div 0,089/0,096$ $n = 40 \div 100$	0,12—0,15	0,03—0 0 5	0,07—0,08
Внутренняя горизонтальная колосниковая решетка; подача топлива механическая, реже пристроенная сверху ступенчатая решетка	$D = D' = 1,6 \div 3,0 \cong 0,45H^{0,3}$ $n' = 1$ (при $D' = 1,6 \div 2,0$ ) $n' = 2$ (при $D' = 2,0 \div 5$ ) $n' = 3$ (при $D' = 2,5 \div 3,0$ ) $d' = 0,8 \div 1,2$ $d = 0,089/0,096 \div 0,095/0,102$	0,085—0,11	0,035—0,05	0,09—0,15
Горизонтальная колосниковая решетка; механич. подача топлива; ступенчатая решетка, нефтяная топка. В круглых котлах—цепная колосниковая решетка или горелки для пылевидного топлива	$D = 0,8 \div 1,8 n' = 1 \div 2$ $d = 0,088/0,095$ $l = 4,0 \div 5,4$ $n = 3 \frac{H}{l}$	0,06—0,1	0 03—0,05	0,12—0,2
То же	$D = 0,76 \div 1,22$ $n' = 1 \div 3$ $a = 0,096/0,103$ $l = 3,05 \div 5,50$ $n \cong (2,8 \div 2,9) \frac{H}{l}$	0,06—0,1	0,03—0,05	0,12—0,2
Цепная колосниковая решетка; топки для сжигания пылевидного топлива; механич. ступенчатые решетки	$D = 1,4 \div 1,6$ $n' = 1$ $d = 0,096/0,103$ $l = 4,6 \div 6,0$ $n \cong 3,0 \frac{H}{l}$	0,04—0 07	0,02—0,04	0,04—0,08
Ступенчатые и цепные колосниковые решетки; топки для пылевидного топлива	$D = 1,5 D' = 1,6$ $d = 0,054/0,060$ $l = 3,5 \div 4,5$ $n \cong 5,4 \frac{H}{l}$	0,04—0,10	0,02—0,04	0,035—0,08
Цепные и механич. ступенчатые колосниковые решетки; топки для пылевидного топлива	$D = 1,2 \div 1,6$ $D' = 0,8 \div 1,6$ $d = 0,070/0,076 \div 0,093/0,100$	0,05—0,07	0,02—0,03	0,03—0,05

ружный диаметры трубок,  $d'$ —внутр. диам. жаровой трубы,  $d''$ —диам. кипящих трубок с узкого и широкого расстояния низшего уровня от верха жаровой трубы,  $L$ —длина главного барабана,  $L'$ —длина вспомогательного барабана,  $n$ —число дымогарных или кипящих трубок в котле,  $n'$ —число жаровых труб или барабанов,  $A$  и  $A'$ —высота барабана вертикального котла,  $h'$ —высота топки вертикального котла,  $r$ —радиус топки котлов Кокрана, площадь пола, занятая котлом.

стенку камеры, причем большая часть,  $Q_{SH}$ , в виде лучистой энергии передается на экранную поверхность, часть  $X_S$  проходит через стенки топки и рассеивается, а часть  $Q_{LS}$  расходуется на подогрев воздуха в каналах топочных стенок. Из общего количества лучистой энергии  $Q_{SH} + Q_{TH} + q_{SH}$ , приходящейся на экранную нагревательную поверхность,  $Q_{HS} + Q_{HT}$  передается воде, а  $q_{HS} + q_{HT}$  излучается ею обратно в топочное пространство. Диаграмма фиг. 4 дает представление о сложности тепловых процессов в топке и о трудности охвата их математическим анализом. Воленберг, Морроу и Линдсет на основании нек-рых упрощений и допущений пришли к аналитич. выражению для определения  $t^\circ$  топочного пространства, которое однако отличается значительной сложностью и недостаточно общим характером.

Передача тепла в последующих секциях К. п. и в других частях котельной установки совершается также путем теплопередачи от потока горячих газов по общей ф-ле:

$$Q = G_1 |c_p^m|_{t_1}^{t_2} (t_1 - t_2) = H(k + \alpha' + \alpha'') \Delta t,$$

где  $G_1$ —вес топочных газов, развивающихся в час, в кг,  $|c_p^m|_{t_1}^{t_2}$ —средн. теплоемкость 1 кг дымовых газов в пределах  $t_1$  и  $t_2$ ;  $t_1$  и  $t_2$ —темперы дымовых газов в рассматриваемой части К. п. при входе и выходе,  $H$ —поверхность нагрева данной части К. п.,  $k$ —коэф. теплопередачи от дымовых газов к содержанию секции (воде, пару или воздуху),  $\alpha'$  и  $\alpha''$ —коэф-ты, учитывающие теплоотдачу лучеиспусканием содержащихся в дымовых газах паров воды и  $CO_2$ , а  $\Delta t$ —т. н. средняя логарифмич. разность  $t^\circ$  на протяжении данной части установки. При заданных  $Q$ ,  $t_2$  или  $t_1$ ,  $k$ ,  $\alpha'$  и  $\alpha''$  вычисляют  $G_1$  по обычным ф-лам из хим. состава, количества топлива, сжигаемого в час, и коэф-та избытка воздуха;  $|c_p^m|_{t_1}^{t_2}$  определяется из известного состава дымовых газов сначала приближенно (так как  $t_1$  или  $t_2$  неизвестны), а затем более точно путем последовательных приближений;  $\Delta t$  определяется из ур-ия:

$$\Delta t = \Delta t_1 \frac{1 - \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}},$$

где  $\Delta t_1$ —наибольшая, а  $\Delta t_2$ —наименьшая разности температур дымовых газов и обогреваемой поверхности в пределах данной части К. п. (т. е. в начале или в конце ее). Т. о. получаем два ур-ия с двумя неизвестными  $H$  и  $t_1$  или  $t_2$ , к-рые позволяют в каждом отдельном случае вычислить площадь  $H$  и требуемую  $t^\circ$  входа или получающуюся  $t^\circ$  выхода газов. При условии задания, как было указано выше, весь расчет м. б. проведен по следующей схеме. Сначала определяют  $t_1$  газов при вступлении в  $H_2$  и одновременно количество тепла, переданное лучеиспусканием и конвекцией экранной поверхности нагрева котла  $Q_{HT} + Q_{HT} + Z_H$ ; затем, зная  $t_1$  и  $t_2$ , определяют  $H_2$  и  $Q_{H_2}$ , поглощенное передней частью К. п. Для пароперегревателя известны:  $Q_{H_3}$  (из количества пара, давления его и  $t^\circ$  перегрева) и  $t_2$ , определяют  $H_3$  и  $t_3$ ; зная общее количество тепла, необходи-

мое для парообразования,  $Q_D$  и вычитая из него сумму полученного уже котлом тепла  $Q_{HS} + Q_{HT} + Z_H + Q_{H_2}$ , определяют  $Q_3$ , а отсюда и  $H_1$  и  $t_4$ ; идя тем же путем дальше, можно определить и поверхность нагрева экономайзера  $H_5$  и  $t_5$  (при заданных  $\vartheta_3$  и  $\vartheta_4$ ) и затем, зная  $t_6$  и  $\vartheta_5$ , поверхность нагрева воздушного подогревателя  $H_6$  и  $t^\circ$  подогрева воздуха  $\vartheta_6$ . Трудность этого расчета заключается гл. обр. в отсутствии достаточно простых эмпирически проверенных формул для определения коэф-тов излучения и теплопередач в отдельных частях котельных установок. Значительное упрощение теплового расчета достигнуто Мюнцингером путем создания целой серии график. таблиц, составленных частью по эмпирическим, частью по теоретич. данным.

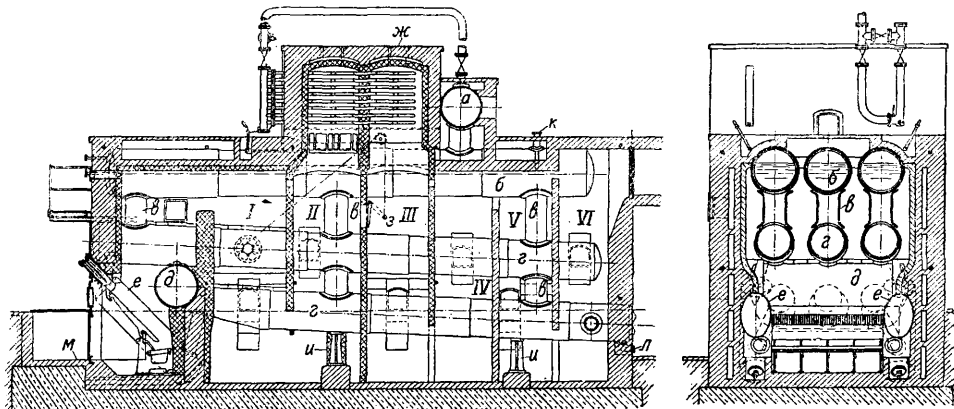
Отношение тепла, уносимого из К. п. паром, к теплопроизводительности сжигенного топлива, называется коэффициентом полезного действия К. п. В наилучших случаях практики КПД котлов может достигать 85—87% и более. В среднем же К. п. работают с КПД не выше 70%. КПД котлов обуславливается потерями тепла: а) с отходящими газами, б) от неполноты горения топлива и в) в окружающую среду. Первая определяется экономич. соображениями, как указывалось выше; вторая обуславливается совершенством топки и уменьем кочегаров, обслуживающих котел; третья зависит от качества обмуровки К. п. и условий движения воздуха, омывающего эту обмуровку. КПД изменяется с изменением нагрузки К. п., достигая своего максимума при нек-рой невыгоднейшей нагрузке, которая в каждом частном случае м. б. установлена только опытным путем, и уменьшается с увеличением нагрузки за счет роста потерь с отходящими газами и от неполноты горения топлива. При слабых нагрузках К. п. коэффициент полезного действия также падает за счет увеличения потерь в окружающую среду.

В табл. 1 приведены теплотехнические и конструктивные данные относительно различных систем К. п.

**II. Классификация К. п.** Формой сосуда, наилучше сопротивляющегося как внутреннему, так и внешнему давлению, является шар; однако практич. неудобства шаровых сосудов в соединении с нежелательным для котлостроения свойством шара—обладать наименьшей поверхностью из всех тел данного объема заставили принять в качестве основной формы К. п. круговой цилиндр. Стремление развить поверхность нагрева, не увеличивая чрезмерно объема К. п., привело к уменьшению абсолютных размеров диаметра сосудов, т. к. при равном объеме отношение поверхности к объему изменяется обратно пропорционально диаметру цилиндра. Эта основная идея осуществляется двумя основными способами: 1) огневой поток разбивается на ряд струй, направляемых по трубкам, омываемым снаружи водой,—жаротрубные и огнетрубные К. п. и 2) дробится водяной объем и распределяется на большое количество б. или м. тонких трубок, омываемых снаружи дымовыми газами,—водотрубные К. п.

А. Ц и л и н д р и ч е с к и е К. п. Наиболее простой формой К. п. является простой цилиндрич. котел, наполненный на  $\sim 0,7$  объема водой и омываемый снаружи дымовыми газами. Котел этот обладает рядом недостатков, из к-рых наиболее существенными являются невозможность создания б. или м. крупных поверхностей нагрева ( $H \leq 30 \text{ м}^2$ ) и плохое использование тепла дымовых газов вследствие чрезвычайно невыгодн. соотношения между поверхностью нагрева паровых котлов и поверхностью охлаждения кладки. Эта система применяется изредка в малых установках, главным образом для получения пара низкого давления (до 6—8 atm). Первым шагом к дифференцированию водяного объема К. п. является постройка б а т а р е й н ы х котлов; К. п. этой системы

непосредственно нижними кипятильниками на особые чугунные опоры и. Питание производится в каждый верхний барабан самостоятельно в его задней части, над соответственным штуцером (ж). Продувка совершается из наиболее низкой части нижнего кипятильника (л), а при наличии кипятильников в топочном пространстве—также и из них (м). Для лучшего удаления пузырьков пара кипятильники ставят несколько наклонно и составляют из конич. обечаек, направленных узкими концами по направлению движения пузырьков пара. Для возможности свободного теплового расширения отдельных частей К. п. обмуровку не доводят вплотную до кипятильников. К достоинствам батарейных К. п. должны быть отнесены: 1) простота конструкции, позволяющая строить



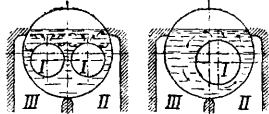
Фиг. 5.

(фиг. 5) представляют собой обычно совокупность нескольких секций, соединенных общим паросборником а (т. п. сухопарником). Каждая секция состоит из одного верхнего барабана б, соединенного патрубками (штуцерами) в с 1, 2 или 3 кипятильниками г; последние располагаются под барабаном в вертикальной плоскости (при 1 или 2 кипятильниками) или в горизонтальной (при 2 или 3). Паровые пространства отдельных секций соединяются между собой общим сухопарником, а водяные—особыми поперечными штуцерами или топочными кипятильниками; т. о. верхние барабаны всех секций имеют один общий уровень зеркала испарения. Топки применяются как с горизонтальными, так и со ступенчатыми и наклонными колосниковыми решетками обычно с ручной загрузкой; для увеличения экранной поверхности нагрева применяются кипятильники Тенбринка (см. Топки) или, как показано на фиг. 5, устраивают несколько небольших кипятильников д и е, окружающих топочное пространство. Топочные газы, направляемые поперечными стенками, проходят, многократно опускаясь и поднимаясь, по всей длине К. п., омывая по пути также и пароперегреватель жс. Последний ставится посередине котла т. о., чтобы газы проходили через него, омыв  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{1}{2}$  всей поверхности нагрева К. п. Температура перегрева регулируется заслонкой з, открывающей газам путь помимо перегревателя. Опирается К. п.

их даже небольшим и слабо оборудованным з-дам; 2) большой водяной объем; 3) простота очистки; 4) удобство транспорта в разобранном виде и простота сборки; 5) легкая приспособляемость к различным топкам; 6) надежность в работе, дешевый текущий ремонт. Основными недостатками батарейных К. п. являются: 1) довольно низкое использование пола котельной; 2) громоздкость К. п. и большой объем кладки, обуславливающий значительные потери тепла и присос холодного воздуха; 3) невозможность быстрой растопки вследствие плохой циркуляции и необходимости медленного прогревания К. п. для избежания  $t^\circ$ -ных напряжений; 4) жесткость конструкции, облегчающая возникновение  $t^\circ$ -ных напряжений; 5) ограниченная возможность форсировки и слабая паропроизводительность. К. п. этой системы применяются сравнительно редко,—гл. обр. там, где требуется надежность в работе и простой уход, а малая экономичность использования топлива играет подчиненную роль.

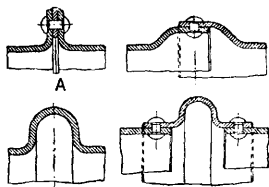
Б. Ж а р о т р у б н ы е К. п. состоят из цилиндрич. котла, в к-рый вставлены в продольном направлении 1, 2 или 3 жаровых трубы, служащих первым дымоходом для топочных газов, а в большинстве случаев вмещающих в себе также и самую топку. Жаротрубные К. п. с одной жаровой трубой называются также к о р н в а л л и й с к и м и, а с двумя трубами—л а н к а ш и р с к и м и. Пока не наступило парообразование, т. е. при рас-

топке, циркуляция в К. п. весьма несовершенна: лучше всего она в трехжаротрубном, несколько хуже в одножаротрубном и почти отсутствует в двухжаротрубном К. п.; схема конвекционных токов изображена на фиг. 6\*.



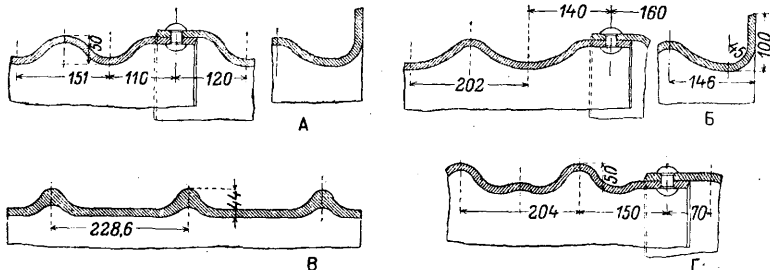
Фиг. 6.

После того как вода прогрелась и парообразование идет нормально, циркуляция улучшается и практически одинакова в



Фиг. 7.

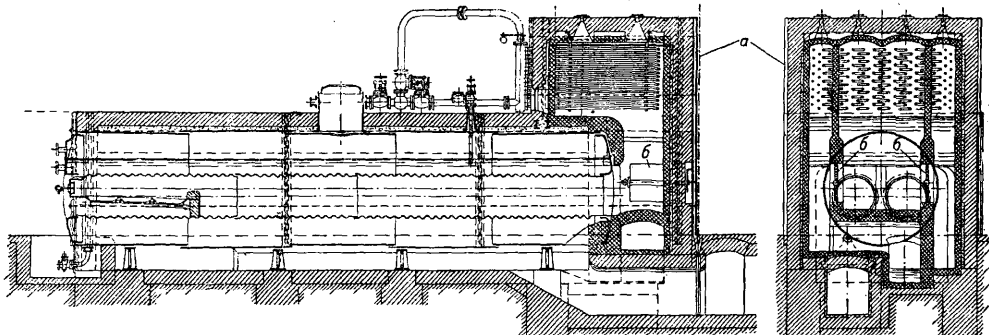
корнваллийских и ланкаширских К.п. Кроме числа жаровых труб характерна также и форма их. В этом отношении различают К.п. с гладкими, волнистыми, ступенчатыми жаровыми трубами и галловеевские котлы с поперечными штуперами. Наименее совершенным типом жаровых труб являются гладкие. Жаровые трубы как правило являются первыми дымоходами, а часто и топкой, благодаря чему они нагреваются сильнее остальных частей корпуса К. п.; поэтому наряду с сопротивляемостью поперечным усилиям они должны до известной степени обладать упругостью в продольном направлении. Для придания им жесткости в поперечном направлении и упругости в продольном направлении применяют конструкции соединения отдельных обечаек между собой, представленные на фиг. 7; всего чаще применяют так называемые кольца Адамсона (А), обладающие наряду с достаточной жесткостью тем преимуществом, что головки заклепок не подвергаются не-



Фиг. 8.

нию газов. Трубки Галлоуэя (фиг. 11), способствуя увеличению жесткости жаровой трубы, увеличивают поверхность нагрева и вызывают энергичное перемешивание топочных газов. Наиболее совершенным типом жаровых труб однако являются волнистые жаровые трубы. Наиболее распространенные типы изображены на фиг. 8 (А—Фокаса, В—Морисона, С—Пурвса и Г—Дейтона). Соединение жаровой трубы с днищем К. п. бывает наружное (фиг. 10, левый конец) и внутреннее (фиг. 9). Первый способ применяется обычно в переднем конце К. п. с внутренней топкой, т. к. он сильно облегчает навеску передней стенки с топочной дверцей; при приставных топках и в задних концах жаровых труб однако применяют обычно внутреннее соединение, т. к. оно допускает расчеканку с обеих сторон и не образует острого угла, к-рый часто заполняется котельным камнем и ведет к перегревам этой части К. п. Пар забирают из сухопарника, расположенного обычно на средней или предпоследней обечайке К. п. Наиболее часто применяется в жаротрубных К. п. внутренняя топка в самой жаровой трубе, причем в этом случае ее обычно снабжают плоской колосниковой решеткой с ручным или (в последнее время

чаще) механическим забрасыванием топлива. Гораздо реже применяют наклонные или ступенчатые решетки, для чего приходится или делать первую часть жаровой трубы большего диаметра или ставить топку перед К. п. в отдельной кирпичной кладке. Дымовые га-



Фиг. 9.

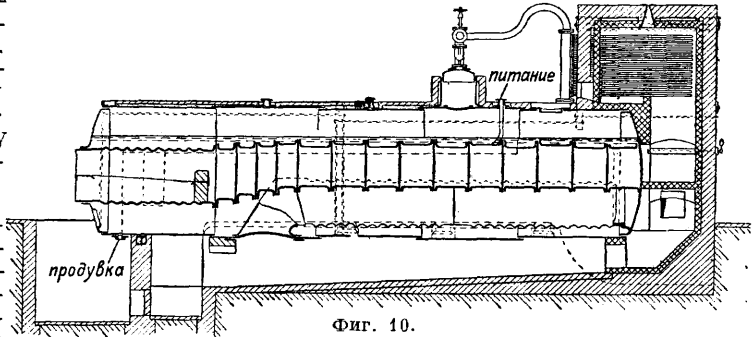
посредственному воздействию пламени. Ступенчатые жаровые трубы (фиг. 10) получают соединением отдельных обечаек различных диаметров; наряду с достаточной жесткостью они способствуют перемешива-

\* На фиг. римскими цифрами показана последовательность прохождения газами дымоходов.

зны сначала проходят по жаровой трубе, затем идут по второму дымоходу к передней части, омывая одну половину наружной поверхности нагрева К. п., а затем, пройдя под К. п., поворачивают обратно и омывают вторую половину ее. Реже делают так, что газы идут вперед по двум дымоходам

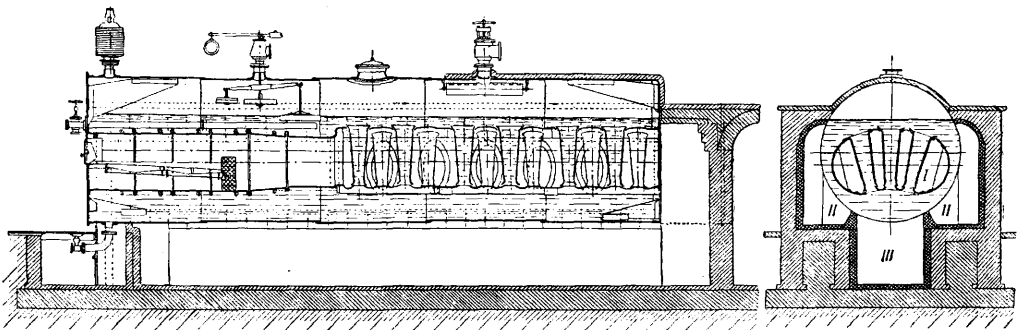
боку К. п. и уходят в боров через общий дымоход внизу К. п. Пароперегреватель *a* (фиг. 9—ланкаширский котел нормального типа с пароперегревателем) ставится после жаровой трубы;  $t^\circ$  перегрева регулируется при помощи двух заслонок *b*, открывающих топочным газам проход в боковые дымоходы помимо пароперегревателя. Питание целесообразно производить через переднюю стенку. Продувочный клапан ставят обычно в передней нижней части К. п. Вес К. п. передается непосредственно фундаменту через чугунные стулья, которые ставятся под ар-нужные (большие) обечайки-притом в достаточном удалении от швов для возможности их подчеканки. Золуудаление обычно совершается вручную в плоскости пола котелгарки; очистка внутренней и наружной поверхностей стенок К. п., вообще говоря, не затруднительна; наиболее удобными в этом отношении являются корнваллийские К. п., наименее удобными—трехжаротрубные. Видоизменением жаротрубных К. п. является котел системы Паукша (фиг. 10); его отличительной особенностью является третья жаровая труба, идущая на  $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$  длины К. п. от его задней стенки; она служит обратным дымоходом и способствует улучшению циркуляции при растопке К. п., причем избегается основное неудобство трехжаротрубных К. п.—расположение топок на двух различных уровнях. В котлах Галлоева (фиг. 11) обе жаровые трубы объединяются в одну общую огневою коробку бобовидного сечения, в которой противолежащие стенки соединены

и возможность форсировки (в особенности корнваллийских), 6) незначительная высота помещения, требуемая для установки К. п. Недостатками этой системы являются: 1) довольно слабое использование площади пола котельной, 2) медленная растопка, 3) громоздкость и тяжелый вес при неразборности конструкции, что сильно затрудняет перевозку, 4) жесткость конструкции при приме-



Фиг. 10.

нении (обычно в СССР) гладких жаровых труб, 5) плохая приспособляемость к различным системам топок и необходимость сжигания высококалорийного топлива в виду ограниченности площади колосниковой решетки, 6) сравнительная дороговизна, 7) невозможность создания крупных единиц, 8) неудобство приключения перегревателя. Несмотря на указанные недостатки этот тип К. п. пользуется широким распространением в ряде различных отраслей промышленности (каменноугольная, химическая, кожевенная, текстильная), гл. обр. в мелких и средних установках, где его хорошие качества получают перевес над недостатками. Однако необходимо признать, что этот тип К. п. достиг своего полного развития, и дальнейшее про-



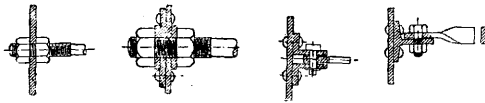
Фиг. 11.

рядом кипяtilьных труб Галлоева. Эти К. п. распространены в Англии; на континенте и в СССР более приняты обычные гладкотрубные ланкаширские и корнваллийские котлы, в которых в жаровые трубы вставлены кипяtilьные трубки Галлоева. К достоинствам жаротрубных К. п. должны быть отнесены: 1) большой водяной объем, 2) малая чувствительность к качеству питательной воды, 3) простота ухода за котлом и его очистки, 4) надежность в работе и долговечность, 5) относительно высокая паропроизводительность

и возможность форсировки по пути увеличения поверхности нагрева отдельных единиц или повышения рабочего давления выше 12, а в исключительных случаях 15 atm является невозможным.

В. Раздробление огневого потока полностью осуществляется в т. н. трубчатых, или огнетрубных, К. п., представляющих собой цилиндрич. оболочку с большим числом дымогарных трубок, пронизывающих внутреннюю полость К. п. и укрепленных развальцовкой в днищах или так наз. трубных досках. В трубчатых К. п.

большого диаметра для облегчения чистки трубки располагают двумя группами, симметричными относительно продольной вер-



Фиг. 12.

тикальной плоскости, и оставляют между ними промежуток в 280—300 мм, достаточный для прохода рабочего при чистке; под трубами д. б. оставлено пространство не менее 400 мм диаметром для той же цели. Днища для удобства сверления отверстий и развальцовки труб часто делают плоскими; в этом случае для укрепления их связывают между собой, а иногда и с цилиндрич. стенками барабана при помощи особых связей. Для скрепления плоских днищ между ними ставят анкерные связи одного из типов, изображенных на фиг. 12. Для скрепления плоских днищ со стенками барабана иногда применяют угловые связи из листов с приклепанными к ним уголками. В области трубных досок часть трубок для связи делают с более толстыми стенками и укрепляют их в досках ввинчиванием и последующей развальцовкой (фиг. 13: А—анкерная, Б—обыкновенная дымогарная трубка). Для удобства выемки трубок отверстия в той доске, через которую вставляют и вынимают трубки, делают немного большего диаметра, чем наружный диаметр трубки. Размеры нормальных дымогарных трубок по нормам герм. торгового флота приведены в табл. 2.

Табл. 2.—Размеры нормальных дымогарных трубок (в мм).

Наружный $\varnothing$	Анкерная трубка (фиг. 13, А)						Обыкновен. трубка (фиг. 13, Б)				Деление
	a	b	c	d	m	m <sub>1</sub>	f	g	h	c <sub>1</sub>	
76	60	8	64	82,47	76,23	57	76	68	4	78	104
83	67	8	80	88,52	82,47	63	83	75	4	85	110
89	73	8	95	93,94	88,52	69	89	81	4	91	116

Для сухопутных К. п. применяют б. ч. цельнотянутые дымогарные трубки, размеров, указанных в табл. 3.

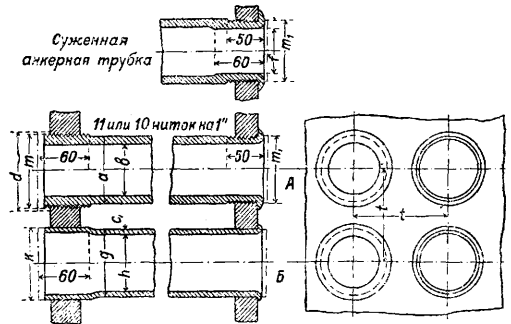
Табл. 3.—Размеры цельнотянутых дымогарных трубок.

Наружный $\varnothing$	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
Внутренний $\varnothing$	60	63,5	70	76	83	89	95	102	108,0	114,0						
Норм. толщина стенок	54	57,5	61	70	76	82	88	94,5	100,5	106,5						
Вес 1 п. м в кг	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,75	3,75	3,75						
	4,20	4,45	4,90	5,35	6,80	7,32	7,83	9,01	9,60	10,10						

Трубки располагают в трубных досках по углам квадрата (фиг. 14, А и Б) или по углам равностороннего тр-ка (фиг. 14, В и Г); последнее расположение позволяет на данной площади при одинаковом минимальном расстоянии между трубками уместить большее количество их, однако первое расположение предпочтительнее, т. к. трубки м. б. легче очищены от накипи. Расположения А и Г (фиг. 14) предпочтительнее перед Б и В, так как пузырьки пара могут более свободно подниматься по вертикальным ходам.

Минимальное расстояние между соседними трубками обычно делают равным 25—30 мм.

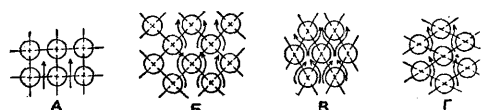
Простой трубчатый К. п. представляет собой наиболее примитивный вид этого рода К. п. (фиг. 15). Он состоит из цилиндрич. наружного барабана, в который вставлены от днища до днища ряд дымогарных трубок. Правильной циркуляции в К. п. этой системы нет, а потому и паропроизводительность с 1 м<sup>2</sup> поверхности нагрева весьма ограничена. Топки применяются самых различных видов: плоские, наклонные и ступенчатые колосниковые решетки, обычно с руч-



Фиг. 13.

ной заброской топлива; кроме обогрева топочными газами эти К. п. часто применяют для утилизации тепла отходящих дымовых газов металлургическ. печей и выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания. Топочные газы текут сначала по нижней поверхности барабана, проходят затем в обратном направлении по трубкам и, поворачиваясь, вновь уходят, обтекая боковые стороны барабана. Для забора пара делают обычно сухопарник. Пароперегреватель ставится в конце К. п., причем газы проходят через него перед дымогарными трубками; регулирование темп-ры перегрева производится заслонками а и б. Питание этих К. п. в виду трудности очистки от накипи рекомендуется производить лишь чистой водой; питание совершается обычно через верх барабана в его задней трети (б).

Полезно, как указано на фиг. 15, пускать питательную воду не прямо в котел, а в особый питательный жолоб г, в котором вода



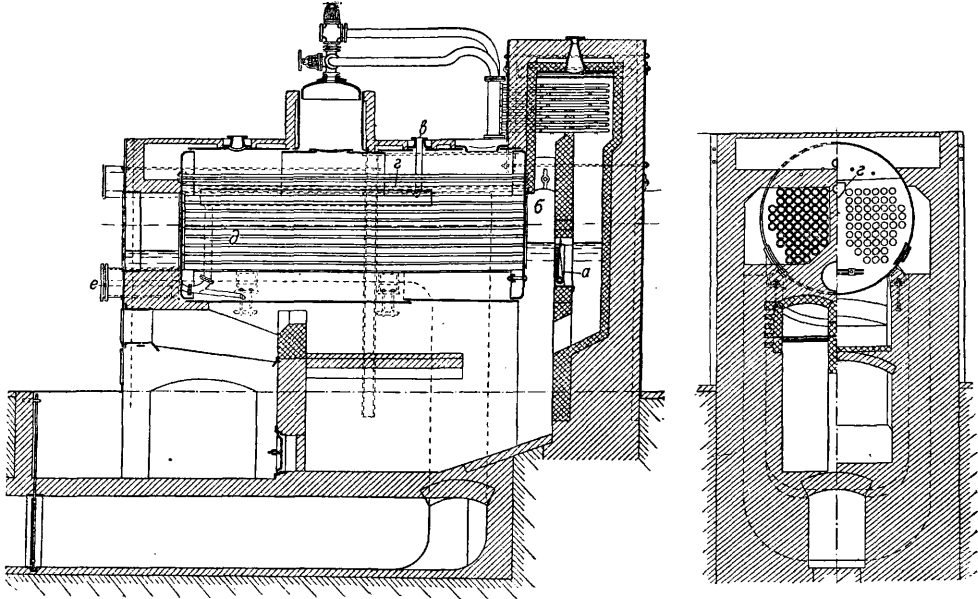
Фиг. 14.

подогревается до t<sub>мин.</sub> и отчасти отлагаются грязь и накипь; жолоб соединен труб-



кой  $d$  непосредственно с расположенным в передней части продувочным клапаном  $e$ . Вес  $K$ . п. передается фундаменту через боко-

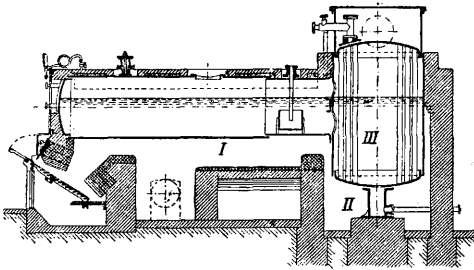
Трубчатые  $K$ . п. с обратным ходом дыма (фиг. 17) в наиболее простом виде представляют собой цилиндрическ. ба-



Фиг. 15.

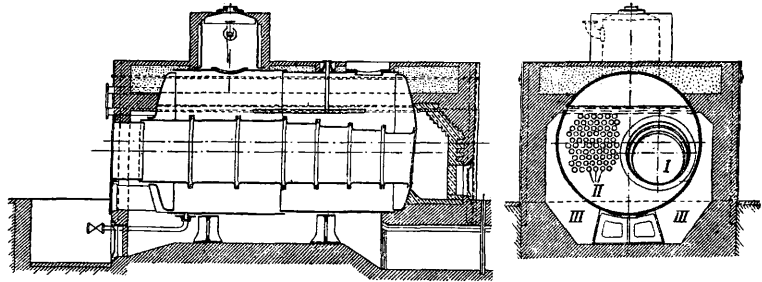
вые стены обмуровки, на к-рые  $K$ . п. опирается прикрепленными к барабану кронштейнами. Золоудаление совершается вручную

рабан, в к-ром вставлены одна, реже две жаровых трубы и пучок дымогарных трубок. Топка, обычно снабженная горизонтальной колосниковой решеткой, находится в жаровой трубе, причем эта же труба служит и первым дымоходом; затем газы проходят в обратном направлении через пучок дымогарных трубок и наконец уходят, омывая наружную поверхность барабана. В Англии распространен тип трубчатых  $K$ . п. с обратным ходом дыма, у к-рых обмуровка ограничивается лишь огневой коробкой для поворота дымовых газов по выходе из жаровой трубы; в этом случае  $K$ . п. устанавливается совсем без обмуровки, и топочные газы по выходе из дымогарных трубок собираются дымовой коробкой и уводятся в боров или непосредственно в дымовую трубу. Наибольшее распространение этот тип  $K$ . п. получил в коммерч. флоте (см. ниже, Судо-



Фиг. 16.

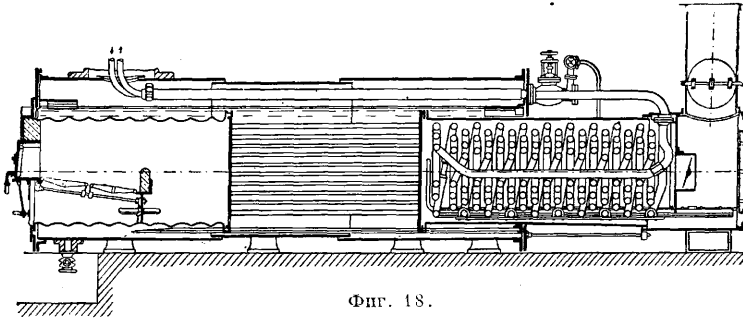
через дверцу из зольного кармана; очистка труб от сажи и мелкой золы производится просто—банником через дверцы, очистка же их наружной поверхности от накипи довольно затруднительна.  $K$ . п. этой системы в настоящее время применяются сравнительно редко. Равным образом мало употребительна и комбинация трубчатого  $K$ . п. с кипятильниками (обычно двумя) и простым цилиндрическим  $K$ . п. В последнем случае иногда трубчатый  $K$ . п. присоединяется непосредственно к цилиндрическому и ставится вертикально ( $K$ . п. системы Дюшои, фиг. 16). Чаще применяют комбинацию жаротрубного и трубчатого  $K$ . п., объединенных общим барабаном или лишь соединенных штуцерами.



Фиг. 17.

вые  $K$ . п.), где огневая коробка делается клепанною из стальных листов и помещается внутри барабана; эти  $K$ . п. делаются с 2, 3 и 4 жаровыми трубами. В стационарных  $K$ . п. пароперегреватель помещается обычно в ог-

невой коробке, а в судовых приходится прибегать к помещению трубок пароперегревателя внутри дымогарных трубок особо крупного размера. Циркуляция в стационарных К. п. этого типа весьма несовершенна, и напряженне поверхности нагрева поэтому



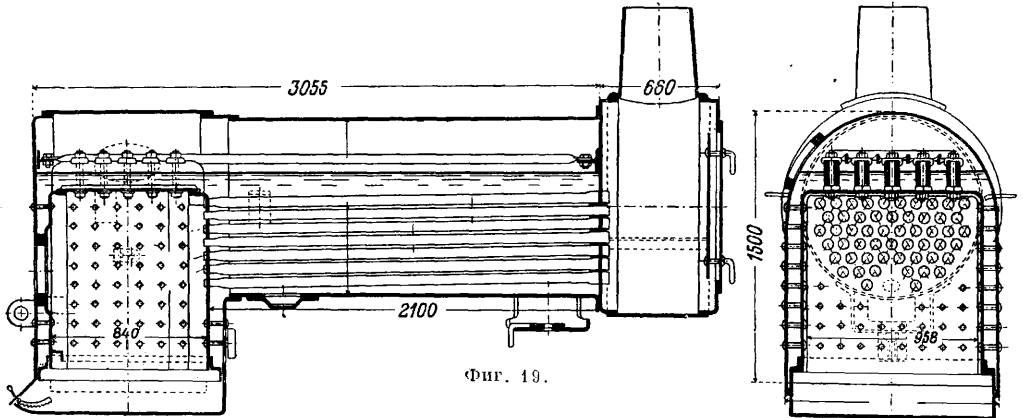
незначительно. Благодаря большой поверхности нагрева эти К. п. допускают достаточно полное использование тепла (кпд до 80%). Неудобством их является общая жесткость конструкции, трудность очистки дымогарных труб и громоздкость неразборного К. п.

Трубчатые К. п. с прямым ходом дыма представляют собой в основном жаротрубный К. п., у которого задняя часть жаровой трубы заменена пучком дымогарных трубок. Обычно жаровая труба укорачивается настолько, что служит лишь в

полагают в дымовой коробке, реже—в самих дымогарных трубках. Вес К. п. передается непосредственно фундаменту через приклепанные к барабану кронштейны. Обмуровка отсутствует, и дымовые газы отводятся из дымовой коробки непосредственно в трубу.

Для сбора пара устанавливают обычно паросборную трубу. Очистка К. п. с выдвигаемыми трубками удобна, с постоянными—весьма затруднительна или же невозможна в виду малого диаметра барабана. Локобельные К. п. описанного типа (т. н. немецкий тип) применяются преимущественно для стационарных установок; для передвижных колесных локо-

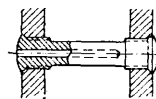
билей является неудобной большая строительная длина К. п.; кроме того сжигаемое в толках последних по б. ч. малоценное топливо требует значительного объема топки. Поэтому в подвижных локомотивах применяют большей частью котлы т. н. английского типа с прямоугольной огневой коробкой (фиг. 19). Плоские стенки огневой коробки укрепляются при помощи анкерных или распорных болтов, связывающих их с соседними плоскими стенками наружного барабана. Анкерные болты делаются из того же ма-



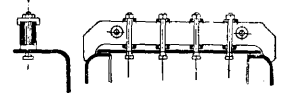
качестве топки и огневой коробки; эти К. п. применяются всего чаще в локомотивах и называются поэтому локобельными.

Локобельные К. п. (фиг. 18) для удобства чистки наружной поверхности дымогарных трубок устраиваются с выдвигаемыми трубками; для этого задняя трубная доска прибалчивается изнутри к днищу барабана, а в переднем днище вырезается отверстие достаточных размеров, чтобы в него проходила жаровая труба и задняя трубная доска. Отверстие в переднем днище закрывается прикрепленным на болтах листом, в котором укрепляется передний конец жаровой трубы. Топка устраивается почти исключительно в жаровой трубе и снабжается б. ч. горизонтальной колосниковой решеткой или специальными топками для жидкого топлива, соломы, древесных отбросов, корья, торфа и т. д. Пароперегреватель обычно рас-

териала, что и стенки огневой камеры, ввинчиваются в стенки котла и огневой камеры, и их выступающие наружу концы расклепываются (фиг. 20). Часто анкерный болт снабжают каналом, служащим для предупреждения о разрыве болта (в этом случае из отверстия начинает вытекать пар). Для укрепления верхней плоской стенки огневой коробки применяют обычно анкерные балки



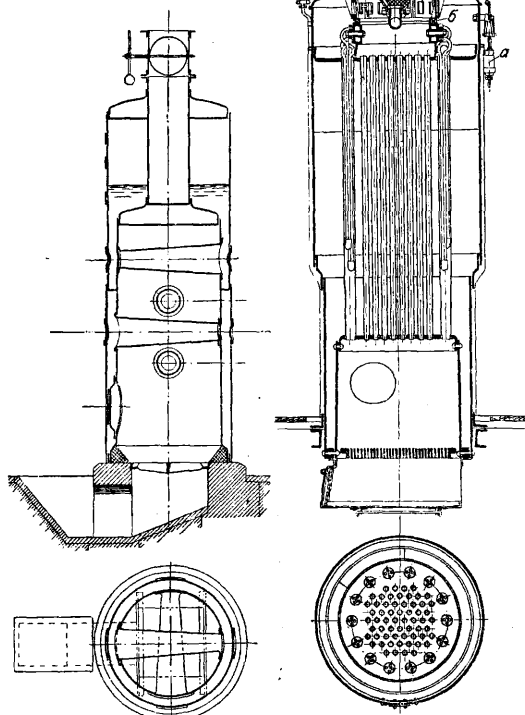
Фиг. 20.



Фиг. 21.

(фиг. 21), передающие давление на вертикальные стенки коробки. Топка К. п. локобельного типа снабжается обычно колосниковой решеткой, обслуживаемой как пра-

вило вручную; иногда применяют нефтяное отопление. Топочные газы, образующиеся в топке, проходят по пучку трубок и затем из дымовой коробки отводятся в трубу. Благодаря короткому пути газов кид этих К. п. довольно низок. Перегреватель, который часто



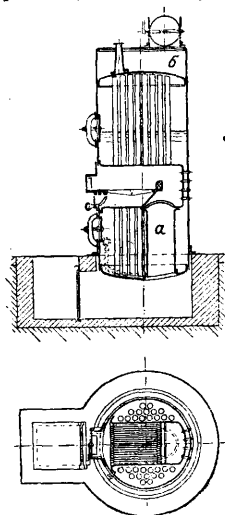
Фиг. 22.

Фиг. 23.

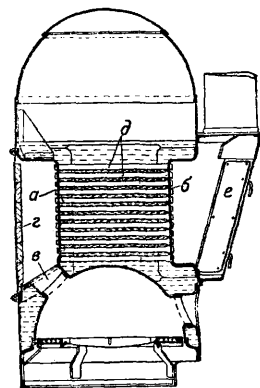
отсутствует, м. б. расположен в дымовой коробке или внутри дымогарных трубок. Питание производят обычно через цилиндрич. стенку котла на середине высоты вблизи дымовой камеры; продувочный клапан располагают внизу стенок, окружающих огневую коробку. Очистка труб изнутри совершается сравнительно просто — банником через дверцу в передней части дымовой камеры; очистка накипи с внешней их стороны чрезвычайно затруднительна в виду незначительности свободного внутреннего пространства в котле, а часто и совершенно невозможна. К достоинствам локомобильных К. п. относятся общая компактность всего устройства, отсутствие обмуровки, возможность придания К. п. передвижности и сравнительно высокое использование занимаемой площади. Главнейшими недостатками являются низкое напряжение поверхности нагрева, трудность очистки трубок от накипи и в связи с этим высокие требования, предъявляемые к качеству питательной воды, а также малая экономичность. К. п. этой системы англ. типа применяются почти исключительно в передвижных локомобилях, немецкого типа — в небольших стационарных установках.

Вертикальные К. п. строятся преимущественно для весьма малых поверхностей нагрева, когда главным условием яв-

ляется не экономичность всей установки, а ее дешевизна и малая занимаемая площадь пола. Наиболее простым типом является жаротрубный вертикальный К. п., который обычно для увеличения поверхности нагрева снабжают кипятельными трубками (фиг. 22); для возможности очистки от накипи внутренней поверхности кипятельных трубок в барабане против обоих концов их вырезаны лючки. Топка (плоская колосниковая решетка, как и во всех других системах вертикальных К. п.) помещается внутри жаровой трубы, и топочные газы уходят из нее непосредственно в дымовую трубу. В виду значительного развития экранной поверхности нагрева эти К. п. допускают сравнительно высокое напряжение площади нагрева. Их основным недостатком является весьма малая экономичность. Огнетрубные вертикальные К. п. с прямым ходом дыма допускают несколько лучшее использование топлива и строятся нескольких типов, отличающихся однако лишь в мелочах. На фиг. 23 изображен вертикальный огнетрубный К. п. с пароперегревателем, расположенным в дымогарных трубках крайнего ряда. Регулировка перегрева совершается автоматически при помощи термостата *a*, поворачивающего посредством системы рычагов круговую заслонку *б*, открывающую или закрывающую проход топочным газам через крайний ряд дымогарных трубок. Вертикальные огнетрубные К. п. с обратным ходом дыма бывают двух различных типов: с вертикальными и горизонтальными дымогарными трубками. Первый тип изображен на фиг. 24; здесь топочные газы проходят из топки по жаровой трубе *a* вниз, затем идут по пучку дымогарных трубок вверх и, собираясь в дымовой камере *б*, уходят в дымовую трубу. К. п. второго типа весьма распространены в Англии под названием котлов Кохрана (Cochran, фиг. 25); К. п. состоит из цилиндрич. наружн. барабана, закрытого сверху выпуклым, а снизу вогнутым полусферич.

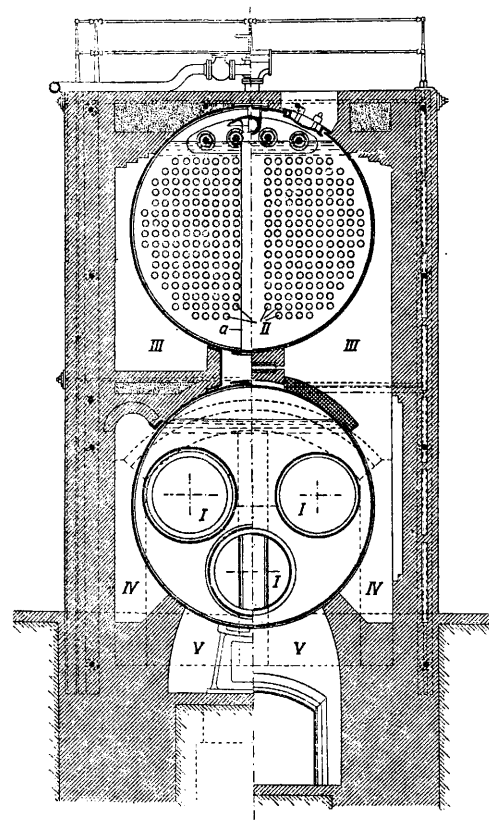
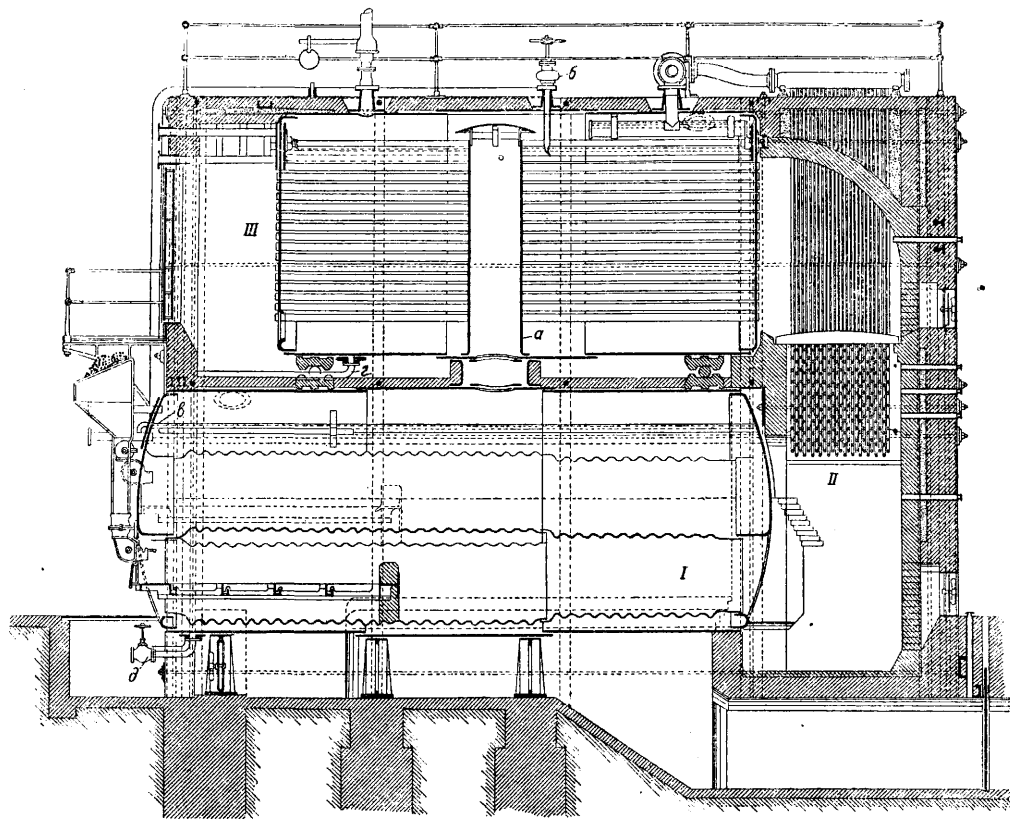


Фиг. 24.



Фиг. 25.

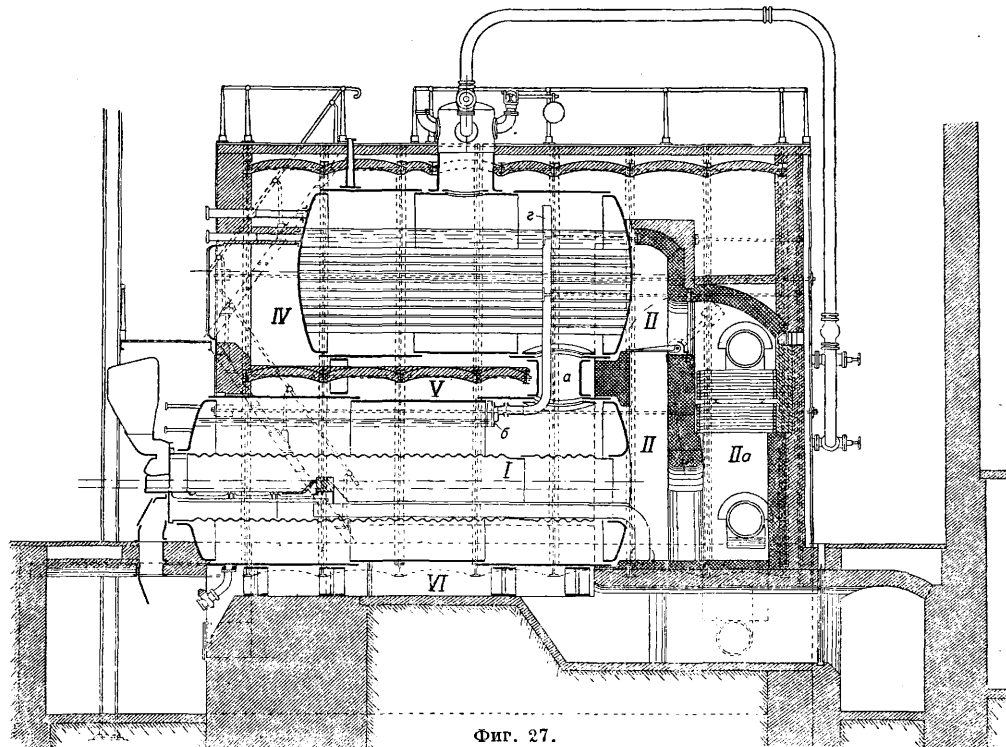
днищами; на середине барабана вырезаны два больших прямоугольных отверстия и в них вставлены две плоских трубных доски *a* и *б*, снабженные отогнутыми бортами соот-



Фиг. 26.

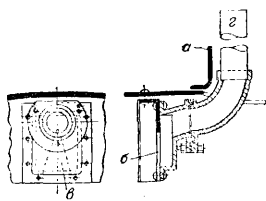
ветственной формы. Топка помещается в нижней полусферической днище, служащем т. о. стенкой топки; топочные газы через патрубок *в* переходят в огневую коробку, закрытую сзади выложенной шамотом дверцей *г*, откуда проходят через пучок дымогарных тру-

новками, они частью применяются в качестве вспомогательных К. п. в химической промышленности и вообще применяются там, где пар требуется в ограниченном количестве. Двойные жаротрубные и огнетрубные К. п. (так наз. экономические)



Фиг. 27.

бок *д*, собравшись в дымовой камере *е*, уходят в дымовую трубу. Этот К. п. обладает рядом преимуществ по сравнению с другими типами огнетрубных вертикальных К. п.; так напр. он удобен для чистки не только внутренней, но и наружной поверхности дымогарных трубок вследствие значительного ничем не суженного пространства наверху его, обладает высоким КПД (по данным фирмы, до 75%). Недосток его, общий впрочем всем вертикальным К. п., — невозможность создания крупных единиц и трудность присоединения пароперегревателя. К. п. системы Крадлея (Cradley) отличается от описанного выше лишь тем, что у него огневая коробка полностью находится внутри котла и передняя трубная доска не плоская, а является частью цилиндрической поверхности барабана котла. Питание всех вертикальных К. п. совершается в верхнюю часть барабана, продувка производится в нижней точке водяного пространства. Обмуровка почти всегда отсутствует; вес К. п. передается непосредственно фундаменту, на котором он стоит. Область применения вертикальных К. п. ограничивается мелкими уста-



Фиг. 28.

получили довольно значительное распространение, особенно для небольших установок. В простейшем виде К. п. этой системы представляют собой два котла — жаротрубный и лежащий над ним огнетрубный, соединенные между собой несколькими соединительными штуцерами. Крупным недостатком этого типа, заставившим вообще отказаться от его применения, является чрезвычайно высокая влажность пара, вызываемая тем обстоятельством, что наиболее сильное парообразование происходит в нижнем жаротрубном котле и пар должен до зеркала испарения пройти через слой воды до 3 м высотой; поэтому современные двойные К. п. устраиваются всегда с двумя отдельными зеркалами испарения — для верхнего и нижнего котла. Водяные пространства обоих котлов делаются также отдельными или же соединяются между собой. К. п. первой системы, т. е. с двумя водяными и двумя паровыми пространствами, изображен на фиг. 26. Нижний котел — трехжаротрубный, верхний — огнетрубный; паровые пространства соединены патрубком *а*, водяные же пространства не сообщаются непосредственно друг с другом; это последнее обстоятельство заставляет производить питание каждого котла отдельно (иногда нижний котел питают от верхнего через сливную трубу) и иметь наблюдение за уровнем воды как в верхнем, так и в нижнем котле. Питание верхнего уста-

производится через верх у б, а нижнего—через переднюю стенку у в. Продувочные патрубки г и д—также отдельные для каждого котла. Эти недостатки уничтожены в К. п. с сообщающимися водяными пространствами и двумя зеркалами испарения (фиг. 27). Водяные пространства обоих котлов сообщаются посредством штуцера а; для создания в нижнем котле при парообразовании особого зеркала испарения, перед штуцером поставлена в верхней части его перегородка б в виде сегмента, изображенная отдельно на фиг. 28; в переборке имеется клиновидная щель в, служащая для прохода пара, причем при усиленном парообразовании воды уровень в нижнем котле понижается и зеркало испарения увеличивается. Пар по трубке з отводится в паровое пространство верхнего котла; уровень воды в нижнем котле не может очень сильно понизиться, т. к. после того, как он опустится ниже кромки перегородки б, образуемому пару открывается большая площадь прохода; поэтому наблюдение за уровнем ведут лишь в верхнем котле. Питание совершается в нижний котел нормальным способом через переднюю стенку его. Топка, обычно снабженная колосниковой решеткой с механич.с. загрузкой или нефтяной горелкой, помещается в жаровых трубах нижнего котла; топочные газы проходят через жаровую трубу, затем обогревают перегреватель ( $t^\circ$  перегрева регулируется клапаном) и проходят через пучок дымогарных трубок верхнего котла, далее поворачивают обратно и омывают внешнюю поверхность водяного пространства верхнего котла. После этого газы настолько охлаждаются, что можно, без опасения вызвать перегрев листов, провести их над паровым пространством и верхней частью водяного пространства нижнего котла; наконец, омыв нижнюю поверхность нижнего котла, газы уходят в дымовую трубу. Вес верхнего котла передается обычно нижнему через особые опоры, иногда делаемые подвижными (фиг. 26); иногда для разгрузки нижнего котла вес верхнего барабана воспринимается балками, заделанными в стены обмуровки К. п.; нижний котел покоится на опорах, стоящих непосредственно на фундаменте. Относительно золуудаления и очистки остается в силе сказанное выше о жаротрубных и трубчатых К. п. К достоинствам этой системы К. п. должны быть отнесены: 1) экономичность использования тепла топлива: кпд котла вместе с перегревателем достигает 82—84%, 2) сравнительно хорошее использование площади пола. Главным недостатком их является отсутствие равномерной циркуляции; в этом отношении имеется резкая разница между К. п. с раздельными и общими водяными пространствами. В то время как первые обладают лучшей циркуляцией во время растопки котла, что понижает время (2—2,5 ч. против 3—5 ч.) и расход топлива на нее, вторые обнаруживают во время работы значительно меньшую разность  $t^\circ$  в различных точках обоих котлов. Последнее свойство, часто ведущее в К. п. первого типа к возникновению напряжений, влекущих за собой неплотности швов и образование течи в местах развальцовки трубок, заставляет отдать предпочтение второ-

мутипу, особенно там, где продолжительность растопки не играет большой роли. Двойные К. п. пользовались одно время большим распространением в средних и крупных промышленных установках. В настоящее время они вытесняются водотрубными К. п. Вообще говоря, верхний котел участвует настолько слабо в парообразовании (20—30%), что играет гл. обр. роль подогревателя, не обладая в то же время высокой экономичностью экономайзеров; поэтому, с развитием применения последних, К. п. этого типа почти утратили свое былое значение. В тех случаях, когда отсутствие хорошей питательной воды делает нежелательным применение дымогарных трубок, верхний котел делают также жаротрубным; такие К. п. называются двояными и жаротрубными К. п. Иногда бывает неудобна большая строительная высота этих К. п.; тогда прибегают к расположению жаротрубного и трубчатого котлов на одном уровне (К. п. системы Рейхлинга), причем водяные и паровые пространства их соединяются двумя горизонтальными патрубками; промежуток между обоими котлами используется для установки пароперегревателя. Оба последних типа К. п. не имели значительного распространения.

Г. Водотрубные К. п. состоят из ряда наполненных водой и омываемых снаружи топочными газами прямых или изогнутых трубок незначительн. диаметра (76—102 мм), соединенных в одно целое посредством секций, камер или барабанов. В зависимости от угла наклона трубок к горизонту различают горизонтально-водотрубные К. п. и вертикально-водотрубные К. п.

1. Горизонтально-водотрубные К. п. характеризуются пучком кипяtilльных трубок, поставленных под небольшим углом  $\alpha$  к горизонту ( $tg \alpha \leq 1:1$ , обычно  $1:5 \div 1:4$ ), что необходимо для создания при работе постоянного восходящего тока воды, поддерживающего хорошую циркуляцию. Обеспечение правильной циркуляции и снабжения, в особенности нижних, подверженных действию лучистой теплоты рядов трубок, постоянным притоком воды составляет главную задачу конструктора. В связи с увеличением интенсивности парообразования вместо применявшихся раньше 10—12 горизонтальных рядов трубок в настоящее время берется только 7—8, так как в первом случае нижние трубки иногда плохо снабжались водой, что вызывало возможность их перегрева. Длина трубок в нормальных горизонтально-водотрубных К. п. равна в среднем 5 м, в котлах высокой мощности ее изменяют в зависимости от местных условий, гл. обр. для создания топочной камеры достаточных размеров (в крупных единицах длина доходит до 6—6,5 м). Нормальный диам. кипяtilльных трубок—95 мм ( $3\frac{3}{4}$  дм.), изредка меньше (89 мм  $\approx 3\frac{1}{2}$  дм.) или больше (102 мм  $\approx 4$  дм.), толщина стенок делается как правило равной 3,5 мм, иногда же для первых рядов ее увеличивают до 4 мм. Камеры являются наиболее слабым местом в этих К. п.; на фиг. 29 изображена нормальная сваренная камера, а в табл. 4 приведены нормальные размеры камеры для трубок  $\varnothing 95$  мм при различных давлениях пара.

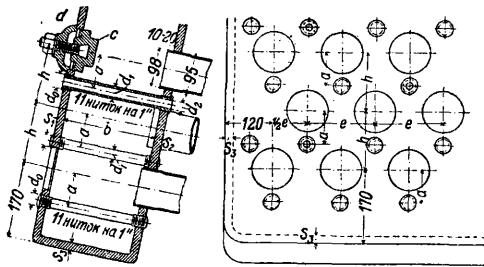
Табл. 4.—Нормальные размеры камер горизонтально-водотрубных К. п. в мм (фиг. 29).

Наименование размеров		Давление в atm				
		8	10	12	14	
Тесное расположение	Расстояние $e$ . . . . .	150	150	150	150	
	» $h$ . . . . .	130	130	130	130	
	» $a$ . . . . .	85	85	85	85	
	Толщина стенок $s_1$ . . . . .	18	18	20	20	
	» $s_2$ . . . . .	18	20	20	20	
	$\varnothing$ массивных распорных болтов	$d_1$ . . . . .	28	28	28	28
		$d_2$ . . . . .	33,4	33,4	33,4	33,4
		$d_3$ . . . . .	28,5	28,5	28,5	35
		$d_4$ . . . . .	33,4	33,4	33,4	42,1
		$d_5$ . . . . .	17	17	17	17
Широкое расположение	Расстояние $e$ . . . . .	170	170	170	170	
	» $h$ . . . . .	150	150	150	150	
	» $a$ . . . . .	85	85	85	85	
	Толщина стенок $s_1$ . . . . .	18	20	20	20	
	» $s_2$ . . . . .	18	20	20	22	
	$\varnothing$ массивных распорных болтов	$d_1$ . . . . .	18	28	28	28
		$d_2$ . . . . .	33,4	33,4	33,4	33,4
		$d_3$ . . . . .	28,5	35	35	35
		$d_4$ . . . . .	33,4	42,1	42,1	42,1
		$d_5$ . . . . .	17	17	17	17
Толщина боковых стенок камеры $s_3$ при разных $b$	$b = 150$ . . . . .	20	20	20	20	
	$b = 250$ . . . . .	20	20	21	22	
	$b = 350$ . . . . .	22	24	27	29	

фиг. 30б), в к-рых больш. часть сварки заменена клепкой; для уплотнения же шов сверху сварен автогенным способом. В США применяют камеры, изготовленные из двух листов с отогнутыми бортами, склепанных внахлестку посредине боковой стенки. Верхние барабаны делают обыкновенно клепанные,  $\varnothing \geq 800$  мм, а при сильно колеблющемся отборе пара  $\geq 1300 \div 1500$  мм, для создания достаточного водяного объема. Сильные  $t^\circ$ -ные напряжения верхнего барабана, вызываемые тем, что низ барабана охлаждается питательной водой, а верх нагревается паром, заставляют делать клепку круговых швов (за исключением приклейки днищ) всегда двойной, даже если расчет прочности требует лишь однорядного шва. Необходимо предусматривать всегда достаточное се-

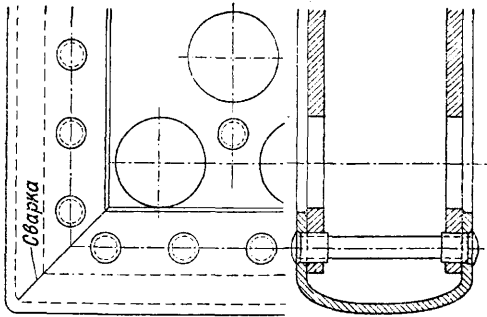
Для возможности постановки и смены трубок и их очистки изнутри в передней стенке камеры против каждой трубки вырезано отвер-

чение каналов, подводящих воду к трубкам и отводящих пар от них; как минимум, дающий еще удовлетворительные результаты на практике, м. б. принято сечение, равное  $\frac{1}{6} - \frac{1}{8}$  площади сечения всего трубчатого пучка. Горизонтально-водотрубные К. п. снабжают обычно плоскими или ступенчатыми колосниковыми решетками; особенно часто применяют механич. цепные решетки. Нередко применяют также и нефтяные топки, а в последнее время в крупных установках почти исключительное распространение получили топки для сжигания пылевидного топлива. Топочные газы обычно проходят сначала через переднюю часть пучка кипятильных трубок вверх, омывают нижнюю поверхность барабана, затем обтекают трубки еще несколько раз в поперечном или же в наклонном направлении и затем уходят в боров. Перегреватель как правило помещается между пучком труб и барабаном

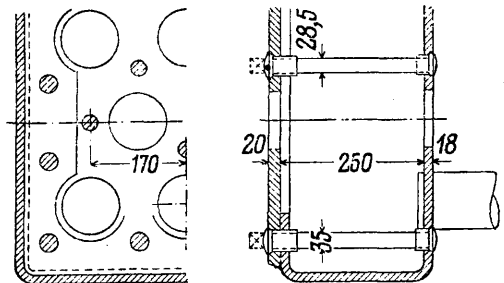


Фиг. 29.

стие (лучок), закрываемое особою крышкой с (фиг. 29), вставляемой изнутри и затягиваемой гайкой, опирающейся на тарелку  $d$ . Крышки делают обычно цельнокованные



Фиг. 30 а.

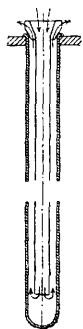


Фиг. 30 б.

вместе с болтом, уплотнение соединения производится непосредственно металл по металлу или посредством особых прокладок. Сварные швы камеры являются ее наиболее слабым местом, поэтому стремятся свести количество их к минимуму. В Германии с этой целью были предложены конструкции (Гартмана — фиг. 30а и Штейнмюллера —

и обогревается газами по выходе их из первого вертикального дымохода; интенсивность перегрева регулируется заслонкой, которая открывает газам путь в боров помимо перегревателя. Питание производится как правило в верхний барабан с таким расчетом, чтобы вода попала в трубки лишь хорошо прогретившись. Продувка совершает-

ся обычно из нижней части задней камеры, к-рую для улавливания накипи и грязи опускают ниже последнего ряда трубок, образуя т. о. отстойник, или же из особого грязеуловителя (например в секционных котлах, в котлах Фицнера и Гампера). В виду сложности общей формы К. п. особое внимание д. б. обращено на правильное устройство опор. Двухкамерные К. п. часто опираются на камеры, причем в этом случае необходимо одну из них ставить на катки для возможности свободного расширения трубок. Секционные и однокамерные К. п., а также двухкамерные, у к-рых одна из камер не скреплена жестко с барабаном, подвешивают за барабан, причем весь вес К. п. передается при посредстве поперечных балок стальным клепаным колоннам, стоящим непосредственно на фундаменте; т. о. кладка освобождена от нагрузки весом котла и м. б. сделана значительно более легкой. Золуудаление производится обычно

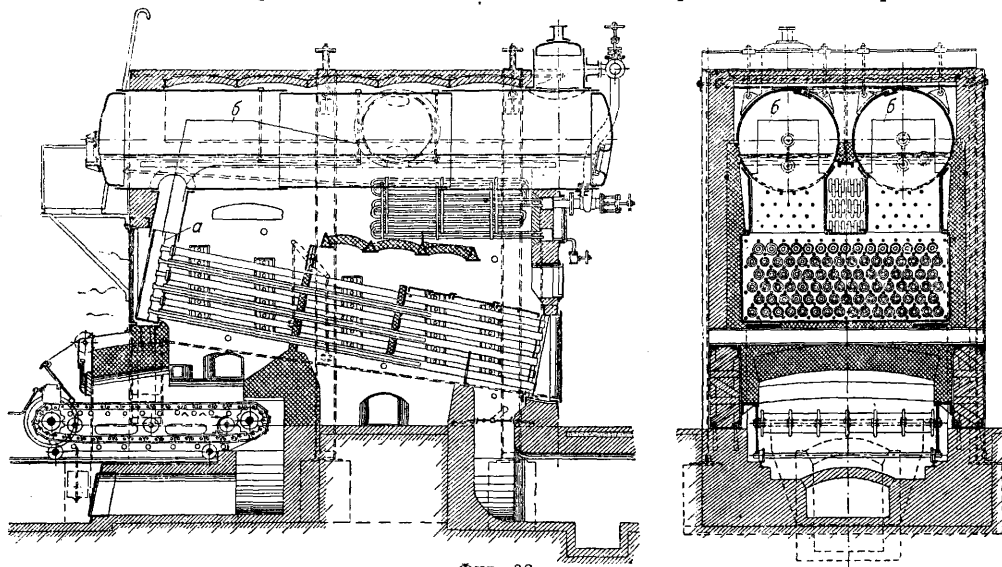


Фиг. 31.

через особые дверцы из зольных карманов на уровне пола котельной или из зольных воронок непосредственно в вагонетки в особых коридорах, расположенных ниже пола котельной. Очистка трубок изнутри производится легко по удалении крышек лючков специальными банниками и щетками; снаружи зола и копоть сдуваются обычно струей пара, направляемой перпендикулярно к трубкам через особые щелевидные дверцы в обмуровке или параллельно трубкам через полые анкерные болты в камерах. К достоинствам, общим для всех горизонтально-водотрубных К. п., д. б. отнесены: 1) высокое использование площади пола котельной (правда, за счет высоты), 2) возможность создания крупных единиц, 3) хорошая циркуляция воды, 4) быстрая растопка и быстрое выравнивание температуры в различных местах К. п., 5) удобство сопряжения с перегревателем, 6) легкая обму-

ровка. Основные недостатки: 1) сравнительно сложный и дорогой уход вследствие обилия лючков, создающего много мест возникновения возможных неплотностей, 2) трудность очистки и внутреннего осмотра камер и секционных коробок, 3) дороговизна и ненадежность камер и секционных коробок, в большинстве случаев сваренных впритык. Ряд взрывов двухкамерных котлов в Германии заставил издать закон, по которому нижняя часть передней камеры должна быть доступна постоянному осмотру. Горизонтально-водотрубные К. п. разделяются на однокамерные, двухкамерные, секционные и батарейные.

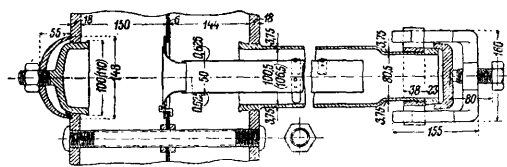
Однокамерные К. п. состоят из одной камеры, к к-рой присоединен ряд закрытых с другого конца кипячительных трубок. Для обеспечения циркуляции в однокамерных К. п. применяют т. н. трубки Фильда (фиг. 31)—двойные трубки, в которых смесь пара и воды поднимается по наружному кольцевому пространству, тогда как вода опускается по внутренней трубке. Из однокамерных К. п. в Германии полу-



Фиг. 32.

чил распространение тип Дюрра, а во Франции—Никлосса. Котел Дюрра изображен на фиг. 32. Для обеспечения правильной циркуляции камера разгорожена перегородкой *a* на две части, причем по правой—смеж-

ной с задней стенкой, омываемой топочными газами, поднимается смесь пара и воды, а по более холодной, левой, притекает вода из верхнего барабана; для более удобной очистки трубки делаются открытыми с обоих концов, причем задний конец закрывается



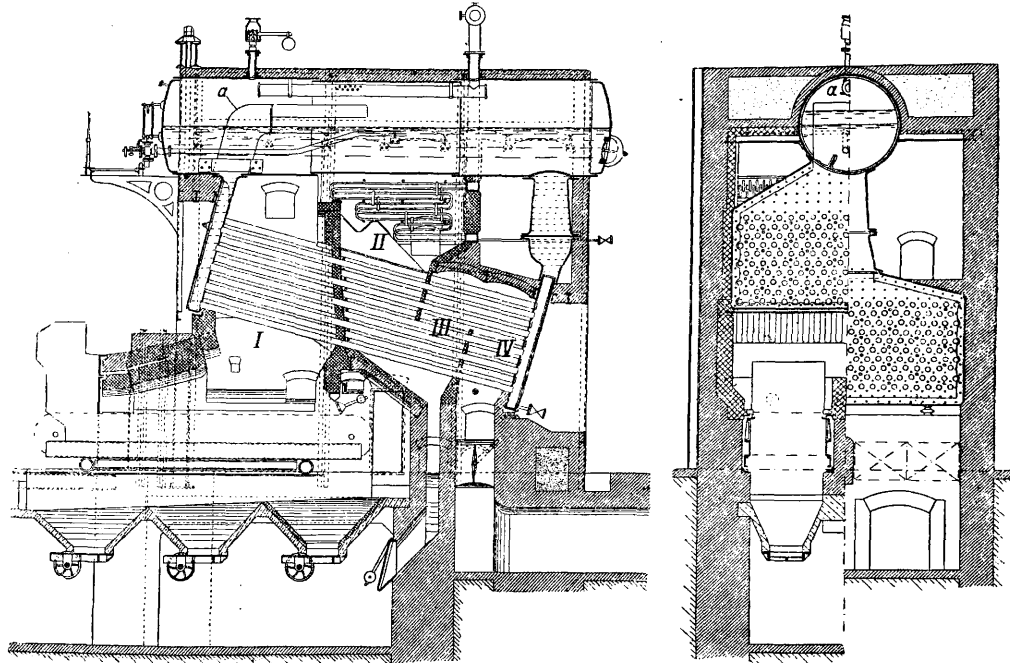
Фиг. 33.

Фиг. 33: Техническое изображение трубки Фильда, показывающее ее двойную конструкцию с размерами. Рисунки включают вид сбоку и поперечный срез с различными измерениями в миллиметрах и сантиметрах.



особой крышкой. Для того чтобы поток пузырьков пара, поднимающийся из передней камеры и с нагреваемого днища верхнего барабана, не препятствовал притоку воды к камере, устроена перегородка б, направляющая пар в заднюю часть котла и оставляющая воде проток по боковым, сравнительно холодным, стенкам барабана. Устройство

статком этого классического типа двухкамерных К. п. является ненадежность снабжения водой из барабана нижних рядов трубок, особенно нуждающихся в этом; объясняется это тем, что путь через верхние трубки является кратчайшим и большая часть воды протекает по ним. Для уничтожения этого недостатка питание задней ка-



Фиг. 34.

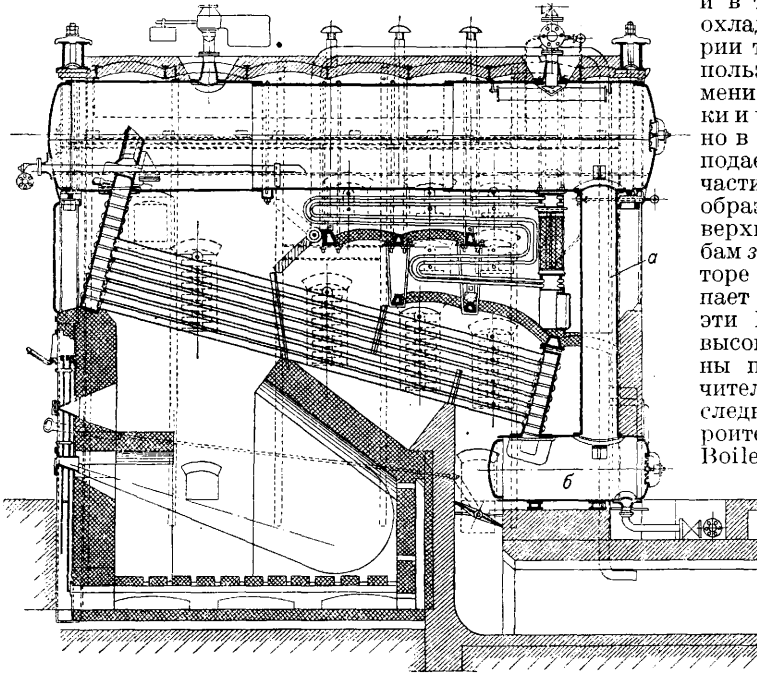
кипяtilьных трубок и лючков котла Дюрра видно из фиг. 33. Преимуществом однокамерных К. п. является возможность свободного расширения отдельных трубок; это однако не уравнивает их недостатков—трудности очистки и в особенности недостаточно надежной циркуляции, следствием чего является перегорание кипяtilьных трубок, в особенности нижнего ряда.

Двухкамерные К. п. (фиг. 34) имеют две камеры—переднюю и заднюю, соединенные пучком кипяtilьных трубок. Задняя камера расположена ниже передней и служит для опускания воды из барабана; в передней камере собирается смесь пара с водой, вытекающая из кипяtilьных трубок и направляющаяся через патрубок (штуцер) в барабан. Вылетающая из переднего штуцера с большой скоростью струя пара отклоняется особым направляющим желобом а параллельно оси барабана, чтобы не вызывать излишнего возмущения поверхности зеркала испарения, что привело бы к увеличению влажности пара. Особенностью К. п., изображенной на фиг. 34, является устройство опор: передний конец барабана подвешен к поперечным балкам, опирающимся на две колонны, а задний конец котла опирается на катки посредством задней камеры. Т. о. обеспечено до известной степени свободное расширение как барабана, так и камер и пучка кипяtilьных трубок. Недо-

меры производится через ее нижний конец при помощи особых труб или же штуцеров, лежащих вне области нагрева; иногда этого же стремятся достигнуть путем расположения в задней камере особых перегородок или расставляя более широко нижние ряды трубок (оба последних способа однако менее надежны). Типом котла с питанием задней камеры через ее нижнюю часть является К. п. Фицнера и Гампера, пользующийся широким распространением в СССР (фиг. 35). Обратная труба а сообщает верхний барабан с грязевиком б, к к-рому непосредственно присоединена задняя камера. В остальном котел ничем не отличается от нормального типа двухкамерных К. п. Двухкамерные К. п. широко применяются в промышленности и небольших электроцентралях, однако их недостатки, гл. обр. наличие плоских камер значительного объема, привели к тому, что в крупных установках они заменяются секционными или вертикально-водотрубными К. п.

Секционные К. п. отличаются от двухкамерных тем, что у них камеры разбиты на ряд отдельных секций—коробок прямоугольного сечения, по б. ч. змееобразно изогнутых по длине, которые соединяются с барабаном рядом вертикальных или горизонтальных трубок. Наиболее распространенным типом этих К. п. являются котлы системы Бабкока и Вилькокса

(см. *Бабкока и Вилькокса котлы*). Помимо К. п. нормального типа, применяющихся теперь лишь в установках средней величины, не требующих особенно интенсивной форсировки и высокого использования площади пола котельной, Бабкок и Вилькоккс строят К. п. морского типа (фиг. 36), отличительными особенностями которых являются: поперечное расположение верхнего



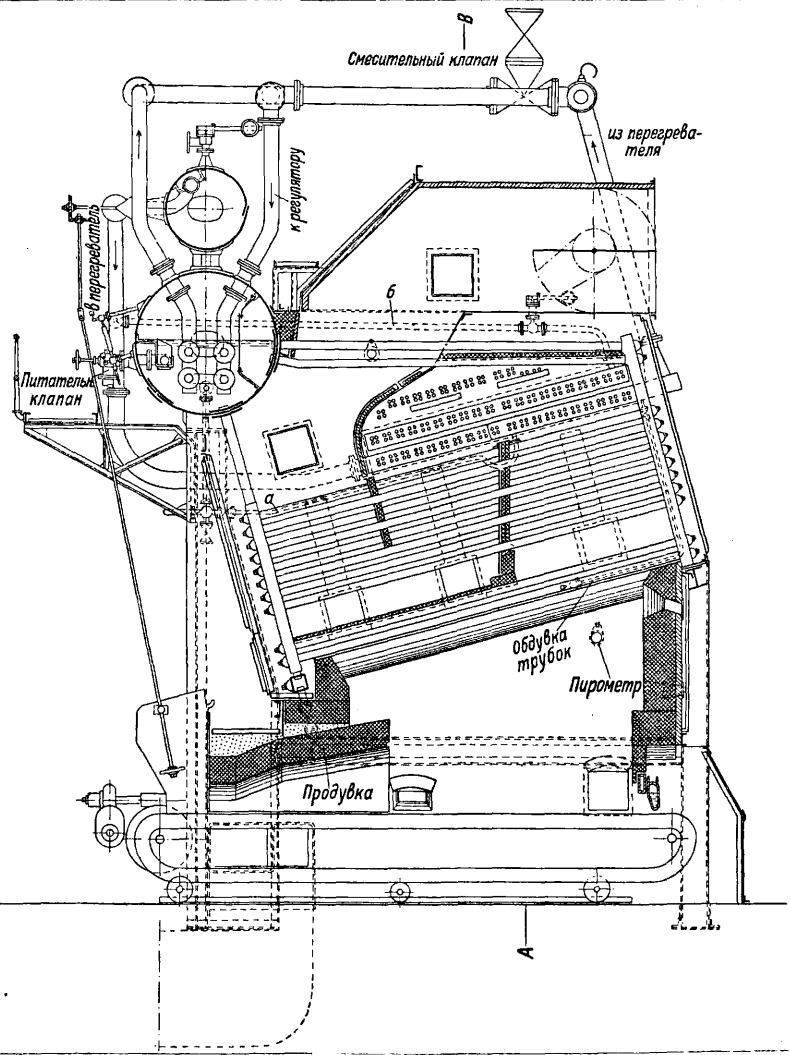
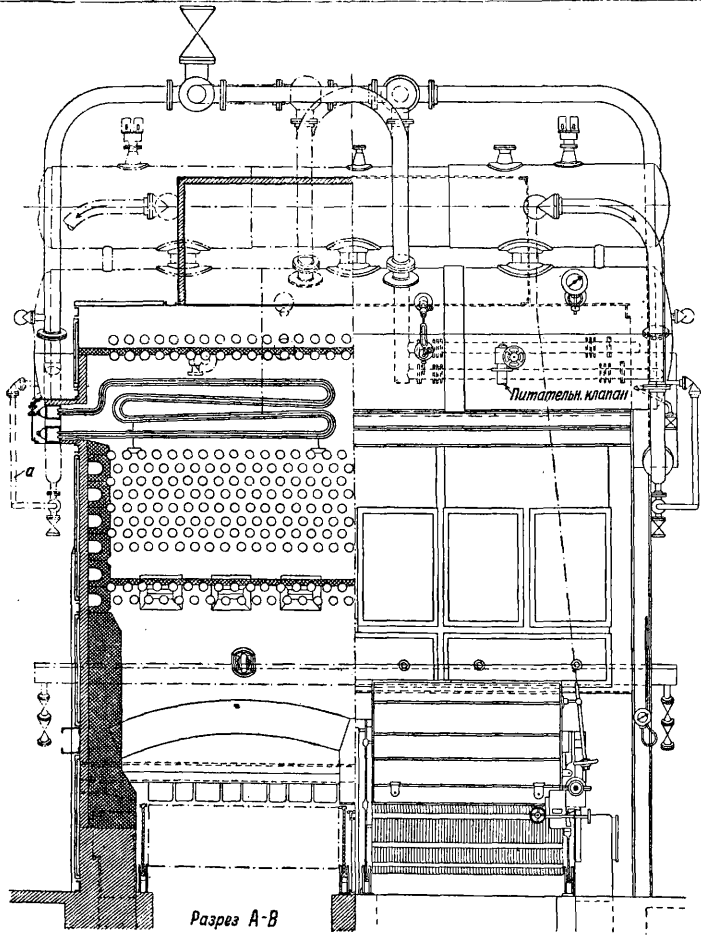
Фиг. 35.

барабана, особый паровой коллектор, наклон трубок к передней части котла и соединение задних секций с барабаном горизонтальными трубками. Пароперегреватель помещается над кипяtilьными трубками и обогревается топочными газами, выходящими из первого дымохода. В виду того что у К. п. Бабкока и Вилькокса не имеется заслонок, регулирующих степень перегрева пара и закрывающих при расстонке котла доступ топочным газам к перегревателю, в них при расстонке трубки перегревателя наполняются водой из котла помощью трубопровода *a*; регулировка  $t^\circ$  перегрева производится пуском в среднюю секцию перегревателя насыщенного пара по трубке *b*. Секциональные К. п. с поперечным барабаном (морского типа) применяют также часто для котельных установок большой мощности. В этом случае конструкция котла претерпевает весьма существенные изменения. Установка секционального К. п. изображена на фиг. 37; основными требованиями, предъявляемыми к этим котлам, являются след.: возможность создания крупных единиц, высокая паропроизводительность, отнесенная на единицу площади пола котельной, высокий перегрев пара, значительное развитие экранной поверхности, возможность устройства топочной камеры больших размеров. Требуемая высокой темп-ры перегрева

заставляет разделить поверхность нагрева трубчатого пучка на две части—одну меньшую *a*, лежащую непосредственно над топкой, и другую—большую *b*, лежащую за перегревателем *в*, расположенным между ними. Кроме поверхности нагрева трубок, входящих в состав собственно котла, паробразование совершается в трубках *гг*, расположенных вдоль стенок топочной камеры,

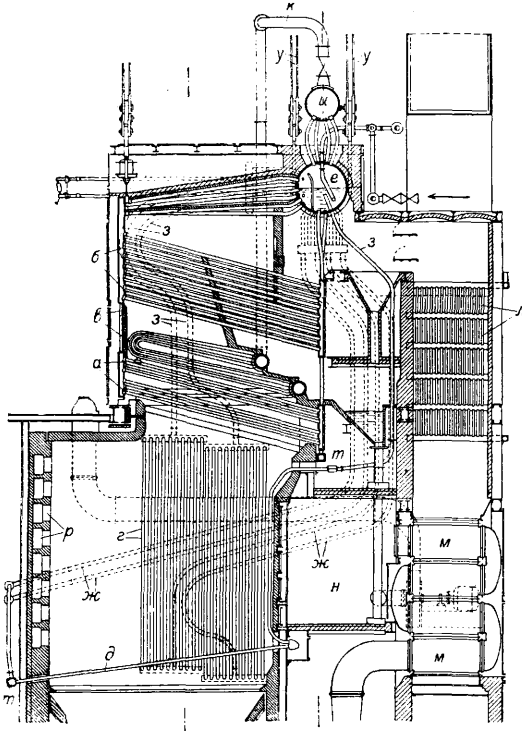
и в трубках *дд* так называемой охлаждающей решетки; обе серии трубок непосредственно используют лучистую теплоту пламени и раскаленных стенок топки и участвуют весьма интенсивно в парообразовании; в трубки подается снизу вода из нижней части барабана по трубам *жжж*, образующийся пар поступает в верхнюю часть барабана по трубам *зз*. Пар собирается в коллекторе *и*, откуда по трубе *к* поступает в перегреватель. Так как эти К. п. строятся обычно для высоких давлений, то барабаны применяются почти исключительно цельнокованные. В последнее время америк. котлостроительные заводы (Springfield Boiler Co., Heine Boiler Co.) для уменьшения числа лючков стали делать секции увеличенных размеров, причем один лючок приходится на четыре трубки (фиг. 38); кроме того, так как секции в К. п. высокой мощности для экономии места обычно ставятся не наклонно, а вертикально, то для лучшей

развальцовки трубок у них устраивают особые наклонные карманы. В последнее время начали делать секции из стального литья, а при особо высоких требованиях к качеству материала—также из электростали. К. п. высокой мощности снабжают обычно топками для пылевидного топлива, особенно удобными в виду высокой  $t^\circ$  получающегося факела, обуславливаемой легкой регулировкой избытка воздуха, а также и вследствие их экономичности, легкой управляемости и полной механизации обслуживания. Топочные газы проходят через переднюю часть котла перпендикулярно трубкам, обтекают перегреватель, затем один или два раза, меняя направление, проходят через заднюю часть трубчатой поверхности нагрева К. п., после чего для более полного использования заключающегося в них тепла проходят через экономайзер *л* и воздушный перегреватель *м*. Нагретый воздух собирается в камере *н*, откуда часть его, необходимая для вдувания топлива, забирается вентилятором *п*, главная же масса воздуха по расположенным в стенках топочной камеры каналам *р* поступает в топку, охлаждая по пути стенки и нагреваясь сама. Питание производится в барабан, через верх его (*с*), продувка—из особых сборных коллекторов *тт*, соединяющих нижние концы трубок и секций. Весь котел с пучком трубы подвешивается на тягах



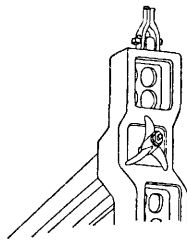
Фиг. 36.

уу к стальной конструкции (каркас), несущей на себе и все остальные части установки. Обмуровка располагается на балках, прикрепляемых к общему каркасу, причем особое внимание уделяют возможности свободного и независимого расширения ее отдельных частей; своды топочной камеры часто делают из кирпичей специальной формы,



Фиг. 37.

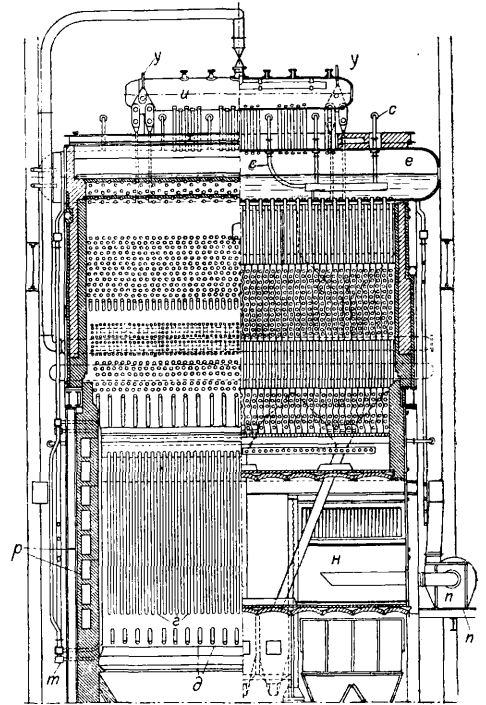
подвешиваемых к изогнутым соответственным образом стальным балкам. Золотудаление совершается исключительно из зольных воронок (через нижнюю часть их) конвейерами, отвозкой в вагонетках или гидравлически. Преимуществами секционных К. п. помимо общих достоинств двухкамерных котлов являются: 1) эластичность соединения барабана с трубчатым пучком благодаря длинным соединительным трубам небольшого (102 мм) диаметра; 2) легкость замены поврежденной секции по сравнению с заменой целой камеры; 3) возможность массового производства стандартизованных секций; 4) ограниченность размеров секции и возможность получения пара высоких давлений; 5) воз-



Фиг. 38.

можность (особенно в котлах морского типа) создания крупных единиц (до 2 000 м<sup>2</sup> и выше); 6) возможность свободного расширения отдельных секций и как следствие — меньшие температурные напряжения в секциях и трубках; 7) возможность уменьшения вчетверо количества лючков. Недостатки секционных котлов г. о. следующие: 1) изготовление секций прессованием довольно затруд-

нительно, а отливкой — требует весьма высококачественного материала, 2) точно так же затруднительно изготовление карманов для присоединения стояков к барабанам и 3) объем водяного пространства меньше, чем в двухкамерных К. п., вследствие чего секционные котлы более чувствительны к колебаниям нагрузки. Так как, вообще говоря,



достоинства секционных К. п. с избытком уравнивают их недостатки, котлы эти пользуются широким распространением в промышленности и на силовых станциях, начиная со средних и кончая наиболее крупными установками.

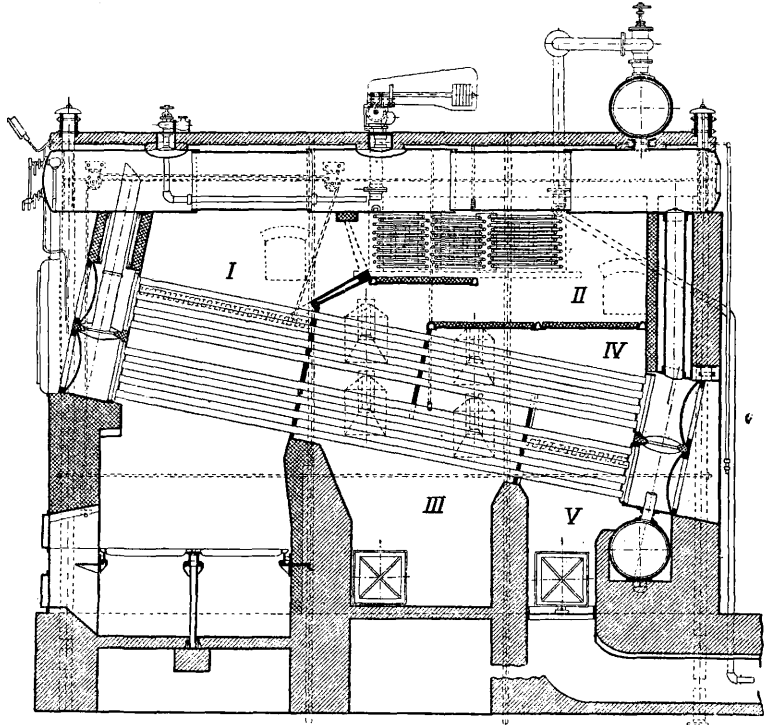
Батарейные горизонтально-водотрубные К. п. (системы Шухова) состоят из отдельных батарей (фиг. 39), в состав каждой из которых входят: 2 пучка по 28 кипячительных трубок (диам. 76/70 мм), вальцованных в днища четырех коллекторов цилиндрической формы, и верхний водяной и паросборный барабан диам. 640 мм и соответствующей длины. Коллекторы соединены между собой при помощи особых карманов, а с барабаном — водяной и паровой трубами; водяная труба — общая для обоих коллекторов, паровые же — обособлены. Необходимую поверхность нагрева получают, варьируя длину кипячительных трубок от 4 до 7 м (поверхность нагрева одно- и двухколлекторной батареи 20 ÷ 40 м<sup>2</sup>, четырехколлекторной — 40 ÷ 76 м<sup>2</sup>) и число отдельных батарей. Батареи соединены поперечным паросборником. Кроме описанного типа К. п. системы Шухова строят еще с поперечным барабаном (по типу морских К. п. Бабюка и Вилькокса) и более крутым наклоном трубок (фиг. 40); благодаря лучшей циркуляции этот послед-

ний тип допускает большую форсировку топки. К достоинствам К. п. сист. Шухова относятся: 1) уменьшение числа люков до одного на коллектор (т. е. на 28 кипяtilьных трубок), 2) небольшой вес отдельных частей, 3) применение исключительно цилиндрических элементов сравнительно малого размера. При постройке К. п. этой системы для высоких давлений большие люки коллекторов могут однако оказаться слабым местом всей конструкции, равно как и карманы для соединения коллекторов между собой.

Особым типом являются горизонтально-водотрубные бескамерные К. п., которые характеризуются тем, что кипяtilьные трубки соединяются попарно особыми коленами и так образом они включены не параллельно, как в К. п. других типов, а последовательно, т. е. вода и смесь воды с паром протекают последовательно все трубки одной секции, начиная снизу и доверху. Значительное сопротивление движению воды, представляемое секцией в виду как большой общей длины трубки, так и многочисленных колен, делает циркуляцию воды в К. п. этого типа настолько медленной, что сколько-нибудь значительное форсирование их представляется невозможным. К котлам этого типа относятся К. п. системы Бельвилля (см. *Бельвилля котел*), Бютнера, Рутса. К. п. системы Бютнера изображен на фиг. 41; он представляет собой промежуточное звено между бескамерными и камерными котлами в том отношении, что коробки *a*, соединяющие концы двух смежных труб, соединяются между собой при помощи особых колен *b*, служащих одновременно крышками лючков. Т. о. пар и вода циркулируют между отдельными коробками и общая схема циркуляции приближается к таковой секционного котла. К. п. этой системы имеют минимальный водяной и паровой объемы, что делает их сравнительно безопасными на случай взрыва; верхняя часть трубчатого пучка занята паром, но несмотря на это пар получается настолько влажный, что бывает необходимо устанавливать перегреватель. К. п. системы Бютнера строятся малых размеров (5—120 м<sup>2</sup>) и не получили сколько-нибудь значительного распространения.

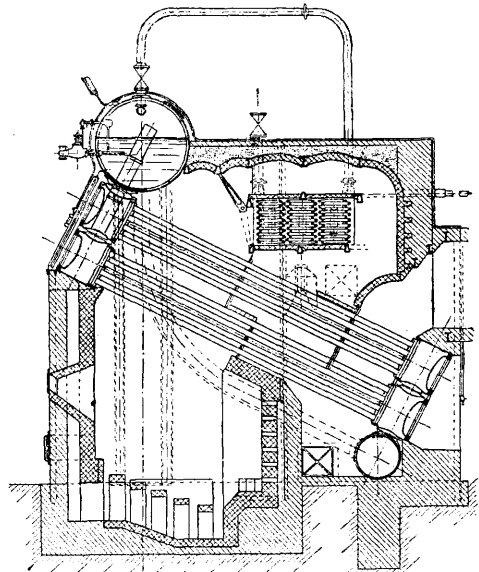
2. Вертикально-водотрубные К. п. состоят из 2 или более барабанов, соединенных пучками прямых или изогнутых кипяtilьных трубок, расположенных вертикально или под б. или м. большим наклоном к горизонту. Путем комбинации различного числа барабанов с различными спо-

собами расположения кипяtilьных трубок было создано большое число систем К. п. этого типа, которые зачастую разнятся меж-



Фиг. 39.

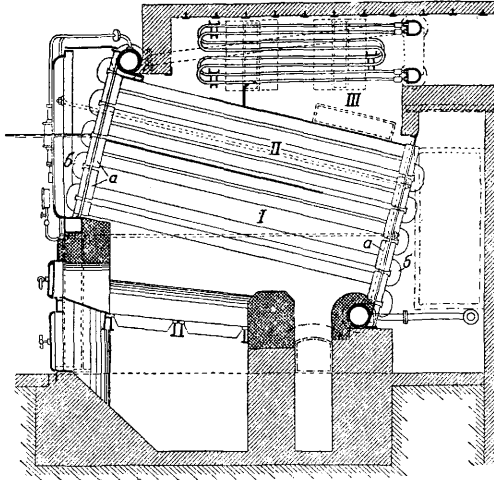
ду собой лишь несущественными деталями. Двумя основными деталями этих К. п. являются барабаны и трубки. Барабаны делают в большинстве случаев цилиндрической



Фиг. 40.

формы; однако при применении прямых кипяtilьных трубок для удобства и надежности соединения их с барабаном последний

снабжают плоскими или ступенчатыми плитами (плиты Гарбе) на его цилиндрической поверхности с целью создать удобный для развальцовки перпендикулярный ввод трубки в трубную доску. Применение таких плит однако уменьшает прочность барабана и обычно заставляет делать один лишний продольный заклепочный шов; равным образом этот способ совершенно неприменим при цельнокотанных барабанах. Обычно стремятся достигнуть удобного для развальцовки



Фиг. 41.

ввода трубки в барабан, изгибая конец ее т. о., чтобы ось трубки становилась нормальной к поверхности барабана. Применение прямых кипячительных трубок значительно облегчает изготовление котла, осмотр и очистку их внутренней поверхности, а также замену пришедших в негодность, но крупными недостатками их, заставившими большинство э-дов отказаться от их применения, являются необходимость применения особых плит и значительная жесткость всего трубного пучка, не дающая возможности трубкам независимо расширяться. Оба последних недостатка уничтожаются применением изогнутых трубок, которые кроме того позволяют делать глубину трубного пучка более значительной, не увеличивая одновременно диаметра барабана. Кривизну трубок обычно делают не больше, чем это необходимо для правильного ввода в барабан; лишь в морских К. п. применяются сильно изогнутые трубки. Главным преимуществом вертикально-водотрубных К. п. в термическом отношении является большая скорость циркуляции в них, обусловленная двоякого рода причинами: 1) увеличением разности давлений на концах трубы вследствие большей высоты столбов воды в нисходящих и смеси пара с водой в восходящих трубках и 2) уменьшением сопротивления циркуляционного цикла вследствие того, что все трубки оканчиваются непосредственно полным сечением в барабанах и не имеют резких изменений направления потока. Усиленная циркуляция позволяет сильнее форсировать напряжение поверхности нагрева, уменьшает  $t^\circ$ -ные напряжения вследствие более быстрого выравнивания  $t^\circ$  в разных

частях котла и препятствует отложению на стенках грязи и накипи (котельного камня). Однако такая циркуляция является причиной сильного бурления воды в верхнем барабане, вследствие чего пар уносит с собой значительное число водяных капелек; помимо большой влажности пара и сильных колебаний  $t^\circ$  перегрева это явление нежелательно еще потому, что содержащиеся в котельной воде примеси отлагаются на стенках паропровода и трубок перегревателя и удалить их оттуда бывает почти невозможно. Поэтому главное внимание при конструировании обращается на создание для воды и пара отдельных путей, а также такого циркуляционного цикла, при котором осаждение котельного камня происходит в наиболее холодных частях котла с спокойным течением воды, и т. обр. в трубки попадает лишь более чистая вода. Абсолютные значения скорости воды в трубках меняются в пределах  $1,5 \div 2,5$  м/сек при напряжении поверхности нагрева первых рядов трубок  $100\,000 \div 400\,000$  Cal/m<sup>2</sup> ч.; скорость смеси пара с водой в этих же условиях возрастает от 4 до 16 м/сек, при одновременном понижении содержания воды в смеси с 40 до 10% (объемных). Вертикальное расположение трубок затрудняет отложение на их наружной поверхности золы. Дальнейшим преимуществом вертикально-водотрубных К. п. является возможность создания больших топочных камер с широким развитием экранной поверхности; кроме того котлы эти допускают создание крупных единиц (К. п. в East River Station с  $4\,212$  м<sup>2</sup> поверхности нагрева являются в настоящее время наибольшими К. п. в мире). Конструктивным преимуществом этой системы К. п. является возможность избежать применения плоских стенок, а также отсутствие большого количества лучков. К числу достоинств относятся также удобство комбинирования и распределения поверхности нагрева, облегчающее органическое соединение в одно целое котла и перегревателя; кроме того эти К. п. допускают наилучшее использование площади пола котельной.

К. п. системы Гарбе представляют собой в простейшем случае два барабана, соединенные пучком прямых трубок; в виду недостаточно надежной циркуляции в котлах этого типа для более крупных единиц ставят четыре барабана, соединенных двумя пучками трубок (фиг. 42), из которых передний—слегка наклонный, а задний—вертикальный. Передний пучок служит главным образом для восходящего тока смеси воды с паром, задний—для нисходящего тока воды. Верхние и нижние барабаны соединяют между собой штуцерами, но в виду жесткости этого способа соединения в последнее время штуцера заменяют рядом изогнутых трубок. Отбор пара производится из небольшого паросборника. Перегреватель помещают между передней и задней половинами поверхности нагрева котла. Топки применяют исключительно механические—цепные решетки, ступенчатые решетки, топки для жидкого или пылевидного топлива. Топочные газы поднимаются вдоль переднего пучка трубок, затем проходят через перегреватель

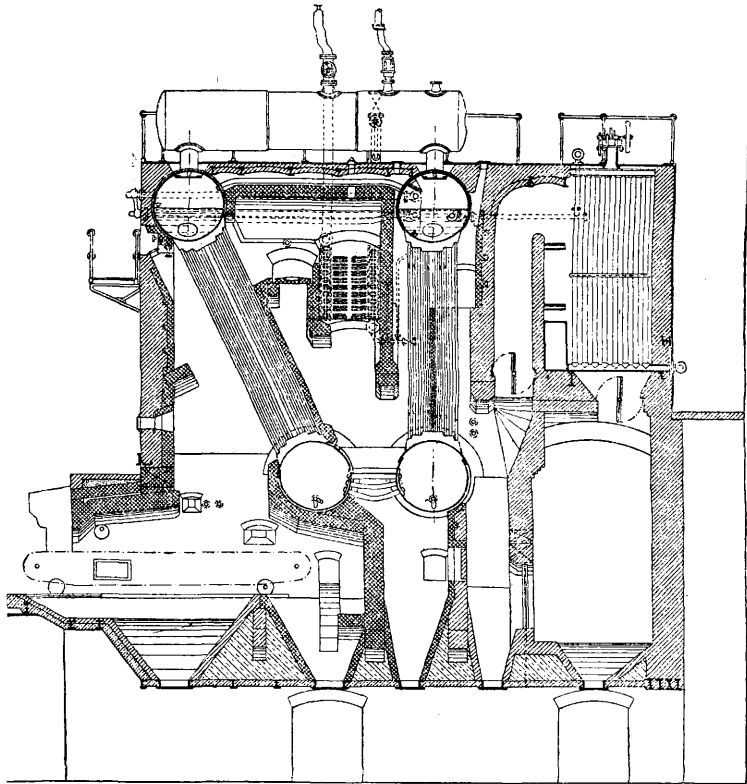
книзу, снова поднимаются кверху, омывая передние ряды трубок заднего пучка, и затем спускаются вдоль задних рядов вниз, после чего уходят непосредственно в боров или обогревают экономайзер. Темп-ра перегрева регулируется примешиванием влажного пара, а степень подогрева питательной воды—двумя заслонками, направляющими

большую или меньшую часть газов непосредственно в боров. Верхние барабаны опираются на продольные балки, передающие вес всего К. п. через вертикальные стойки на фундамент; нижние барабаны подвешены к верхним на трубных пучках. Питание производят в верхний задний барабан; там же наблюдают за положением уровня воды, так как уровень в переднем барабане во время работы К. п. бывает значительно выше, чем в заднем. Продувку производят из обоих нижних барабанов. Золоудаление, как и во всех описанных ниже крупных К. п., производится из зольных воронок в тележки, транспортером или гидравлически. Очистка трубок снаружи не столь затруднительна, как в других типах вертикально-водотрубных К. п., вследствие имеющих между каждыми двумя поперечными рядами трубок более широких промежутков; очистка тру-

бок от котельного камня производится внутри барабанов механическими банниками с гибким валом. Замена перегоревших трубок совершается без больших затруднений благодаря особому устройству плит Гарбе. Теоретическим недостатком котлов Гарбе является неадекватность циркуляции, обусловленная главн. обр. отсутствием строго разделенных путей для пара и воды, а также жесткостью трубного пучка; конструктивным же—трудность производства плит Гарбе, невозможность применения цельнокованых барабанов. К. п. сист. Вудсона (Woodson) по идее совершенно аналогичны котлам Гарбе, конструктивно они отличаются только формой трубных досок, к-рые у первых плоские, а у Гарбе ступенчатые; кроме того Вудсон строит как четырехбарабанные, так и шестибарабанные К. п., отличающиеся лишь прибавлением двух барабанов, связанных между собой трубным пучком, а с остальными барабанами—рядом изогнутых трубок; последняя секция почти не принимает участия в парообразовании и д. б. рассматривается скорее как первая секция экономайзера.

Оригинальной конструкцией вертикально-водотрубных К. п. с прямыми трубками является батарейный котел системы Бигеллоу (Bigelow), изображенный на фиг. 43.

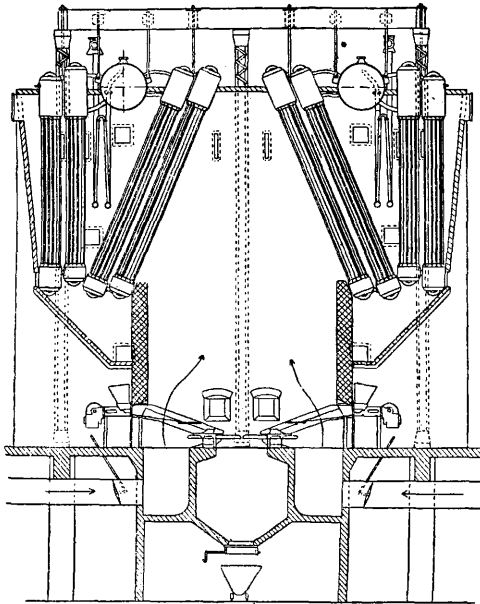
Этот К. п. обнаруживает некую аналогию с котлом системы Шухова: каждая секция включает в себя четыре батареи, составленные из двух коротких цилиндрич. барабанов-коллекторов, соединенных пучком из 21 кипяtilьной трубки. Батареи соединены по



Фиг. 42.

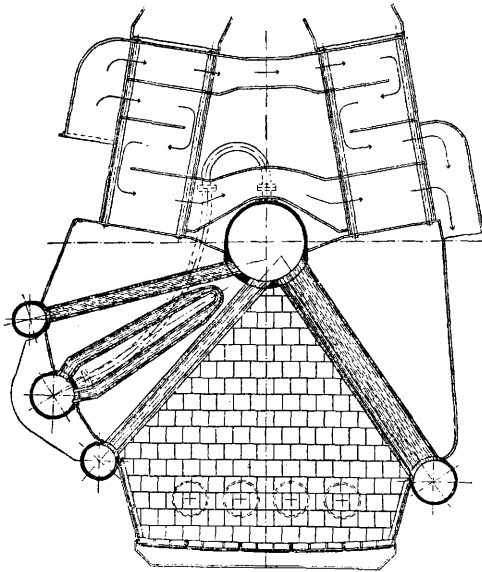
две короткими трубками, ввальцованными в соседние коллекторы; оба внутренние верхние коллектора соединены помощью длинных изогнутых трубок с водяными и паровым пространствами барабана, нижние коллекторы соединены между собой короткими трубками. Задние ряды трубок отгорожены шмотными перегородками от непосредственного воздействия горячих топочных газов. Циркуляция совершается внутри каждой батареи, причем вода опускается по задним и поднимается по передним трубкам пучка, и кроме того во всем К. п. как целом происходит также циркуляционный ток, вследствие того что в задних батареях сильнее нисходящий ток, а в передних—восходящий. К. п. этой системы обладают достаточной свободой расширения отдельных батарей; очистка и смена трубок легко возможны через лаз, находящийся в верхнем коллекторе. Отрицательной особенностью этой системы является значительное число питательных клапанов (по одному на секцию из 4 батарей; питание—в верхний задний коллектор) и продувочных кранов (по 2 на секцию из 4 батарей; продувка—из нижних коллекторов каждой пары батарей отдельно). К. п. сист. Бигеллоу выполнены с поверхностью нагрева до 1 500 м<sup>2</sup> и дают пара

25—35 кг/м<sup>2</sup> ч. Одним из типов К. п. с прямыми кипяtilьными трубками, получившим значительное распространение, в особенности в судовых установках, является котел



Фиг. 43.

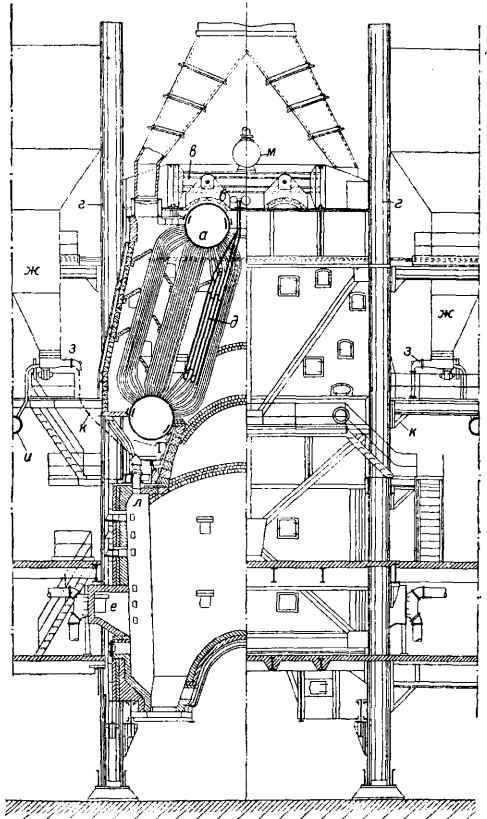
Я р р о у (Yarrow). В первоначальном виде он состоял из одного парового коллектора, соединенного двумя трубчатыми пучками с двумя водяными коллекторами, причем трубки составляют угол 60—45° с горизонталью. В последнее время для удобства присоеди-



Фиг. 44.

нения перегревателя один из пучков разбивается на два (фиг. 44), вследствие чего число водяных коллекторов увеличивается на один. Прежде части коллекторов, служащие для укрепления в них трубок, дела-

ли для удобства ввальцовывания трубок менее выпуклыми; теперь эта система оставлена и коллекторы делают внутри кругового сечения, утолщая их стенки в местах крепления трубок. Как паровой, так и водяной коллекторы и барабан перегревателя делают цельноковаными. Циркуляция совершается внутри отдельных трубных пучков.



Фиг. 45.

Топки снабжаются колосниковыми решетками или же приспособлены для сжигания нефти или пылевидного топлива. Топочные газы проходят через оба пучка кипяtilьных трубок в перпендикулярном к трубкам направлении, омывают трубки воздушного подогревателя и уходят в дымовую трубу. К. п. этой системы характеризуется значительным развитием экранной поверхности и допускают создание топочных камер больших размеров. Несмотря на краткость пути топочных газов в трубном пучке, КПД этих К. п. довольно высок (по опытам Английского адмиралтейства 0,76÷0,84).

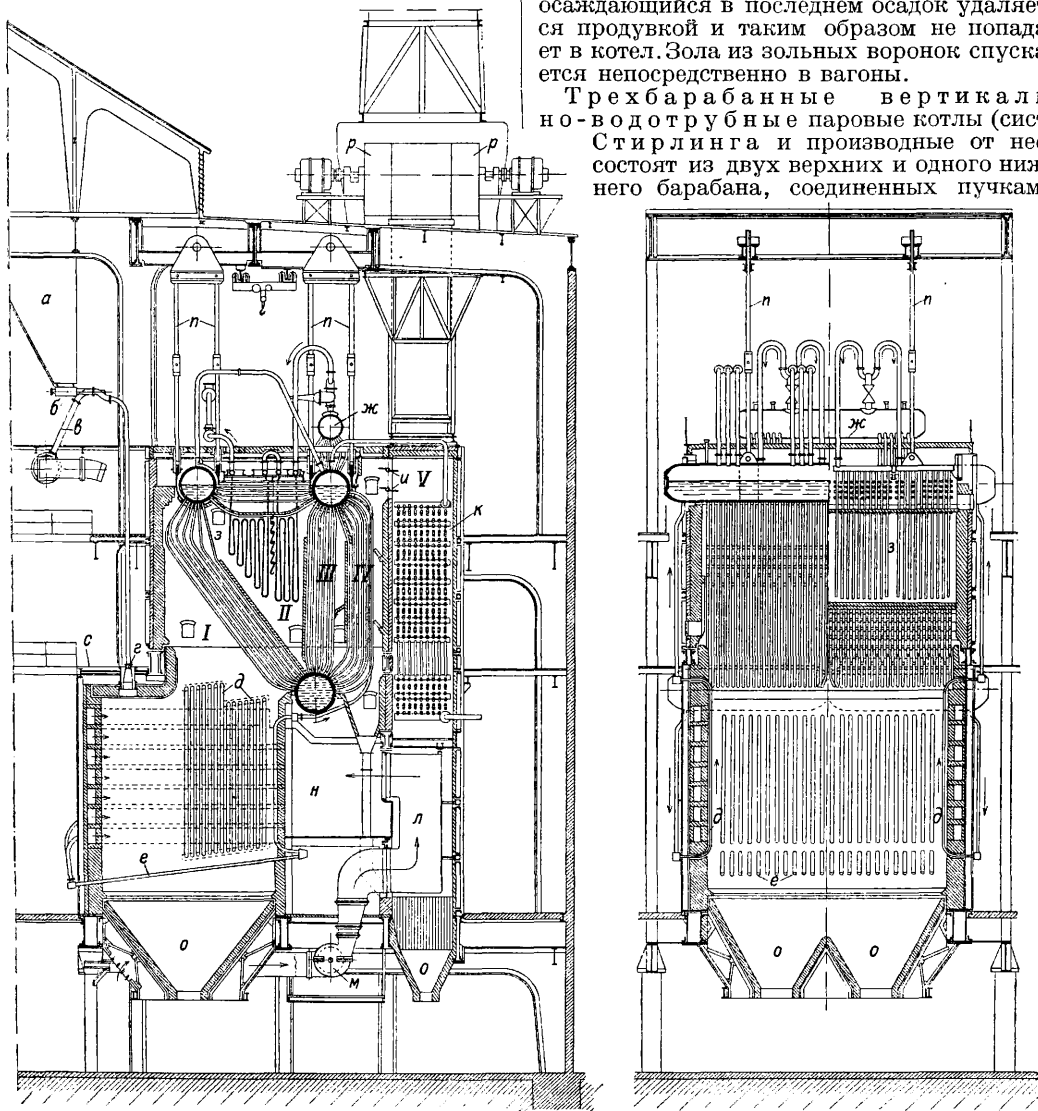
Кроме двухбарабанных вертикально-водотрубных К. п. с прямыми трубками (типа Гарбе) существуют двухбарабанные котлы с изогнутыми трубками (типов Борзига, Винанда, Ладда). К. п. этой системы состоит из двух горизонтальных барабанов, соединенных изогнутыми по концам трубками, разделенными на два (у европ. конструкций) или на три (у американских) отдельных пучка; иногда трубки изгибают не только на концах, но и посередине—с целью созда-



ния между пучками свободного пространства, достаточного для помещения перегревателя. Преимуществом этих котлов по сравнению с К. п. типа Гарбе является простая цилиндрическая форма барабанов, большая эластичность трубчатого пучка и возможность значительно увеличить поверхность нагрева,

топку сжатым воздухом из коллектора и по трубке *к* через горелку *л*. Топочные газы поднимаются вдоль переднего пучка, затем опускаются вдоль среднего и снова поднимаются вдоль заднего. Пар из верхних барабанов поднимается по трубкам в паросборник *м*. Питание производится через заднюю часть нижнего барабана в особый жолоб; осаждающийся в последнем осадок удаляется продувкой и таким образом не попадает в котел. Зола из зольных воронок спускается непосредственно в вагоны.

Трехбарабанные вертикально-водотрубные паровые котлы (сист. Стирлинга и производные от нее) состоят из двух верхних и одного нижнего барабана, соединенных пучками

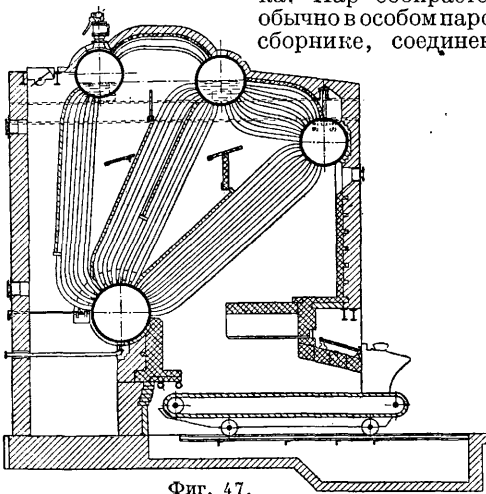


Фиг. 46.

приходящуюся на 1 м длины барабана данного диаметра. На фиг. 45 изображена установка К. п. сист. Ладда (Ladd) в 2 460 м<sup>2</sup> на заводской централи з-дов Форда в Детройте. Котел *а* подвешен за верхний барабан через посредство шарнирных подвесок *б* к балкам *в*, опирающимся на стальные колонны с каркаса котельного здания. Трубки перегревателя *д* помещаются между кипятельными трубками первого пучка. Топка устроена для сжигания газа в горелках *е* или пылевидного топлива, подаваемого из бункера *жс* распределителем *з* и вдуваемого в

кипятельных трубок (фиг. 46). Трехбарабанные паровые котлы с одним верхним и двумя нижними барабанами с изогнутыми трубками (системы Торникрофта, Уайт-Форстера, Шульца и т. д.) применяются исключительно в судовых установках. Между передними и задними пучками помещается обыкновенно перегреватель; задний пучок часто разбивают на две секции, отделенные шамотной перегородкой, с целью удлинить путь газов. Благодаря разделению путей пара и воды в паровых котлах этого типа поддерживается всегда весьма оживленная циркуляция, а

именно: восходящие токи имеются в переднем и первой половине заднего пучка, нисходящие—во второй половине заднего пучка. Пар собирается обычно в особом паросборнике, соединен-

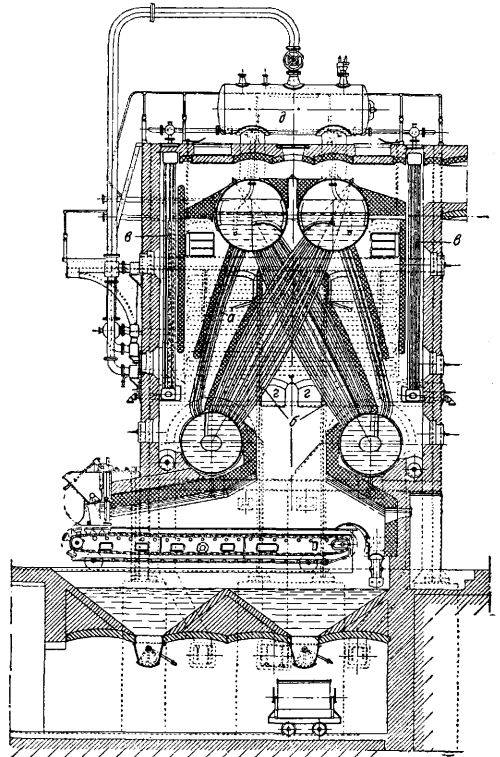


Фиг. 47.

ном с задним барабаном рядом изогнутых трубок. Топки этих К. п. снабжаются механич. решетками—дешевыми или ступенчатыми, горелками для сжигания пылеобразного топлива или отапливаются газом. Топочные газы обтекают первый пучок, затем проходят через перегреватель, омывают последовательно обе секции заднего пучка и затем отдают свое тепло в экономайзер и воздушном подогревателе. Значительные свободные пространства между передним и задним пучками позволяют придать перегревателю достаточно большую поверхность нагрева. Питание производится в верхний задний барабан, откуда холодная вода опускается в нижний барабан, прогреваясь по пути и выделяя большую часть котельного камня, который собирается в нижнем барабане и удаляется из него продувкой. К. п. подвешивают за оба верхние барабана при посредстве тяг и шарнирных соединений к стальному остову здания котельной. Этот способ укрепления К. п. в соединении с криволинейным очертанием кипятильн. трубок уменьшает до минимума опасность возникновения  $t^{\circ}$ -ных напряжений в отдельных частях котла. Система трехбарабанных К. п. является в настоящее время одной из самых совершенных конструкций для крупных установок до 3 500 м<sup>2</sup> поверхности нагрева в единице (для поверхностей нагрева > 2 000 м<sup>2</sup> обычно ставят двойные котлы с общим паросборником) в виду надежности циркуляции, эластичности всей конструкции, статич. определенности системы, а также незначительного числа барабанов, являющихся одной из самых дорогих частей всего котла.

Четырехбарабанные вертикально-водотрубные К. п. делаются трех основных типов: с тремя верхними и одним нижним барабаном, с двумя верхними и двумя нижними барабанами с V-образными трубными пучками и с тем же расположением барабанов, но с пересекающимися пучками трубок. Четырехбарабанный котел первого типа (фиг. 47, сист. К о н е л л и) представляет собой в сущности разви-

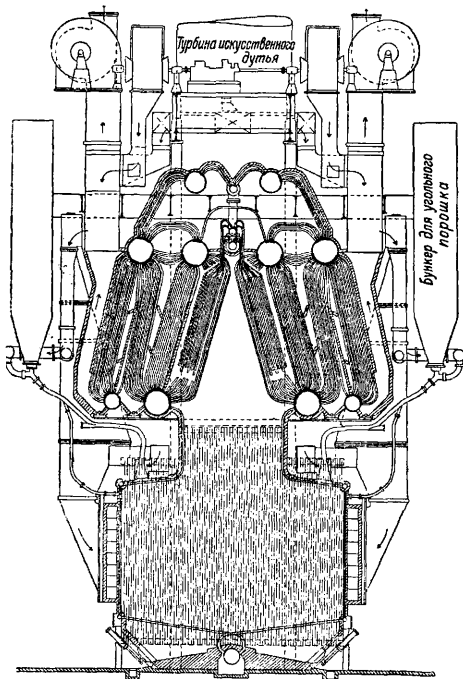
тие трехбарабанного типа с полным расщеплением заднего пучка на два. Схема циркуляции у этого парового котла та же, что и у трехбарабанного; недостатком его является наличие четвертого барабана, удорожающего без нужды всю конструкцию. В К. п. этого типа с двумя верхними и двумя нижними барабанами все четыре барабана соединены тремя пучками наклонных трубок, причем два передних соединяют первый нижний барабан с двумя верхними, а третий—верхний и нижний задние барабаны. Питание производится в верхний задний барабан в особый жолоб, откуда вода опускается по заднему ряду трубок в задний нижний барабан, затем поднимается из него по передним трубкам заднего пучка в верхний задний барабан, нисходящим потоком спускается из него в передний нижний барабан и поднимается в виде смеси пара с водой по первому пучку трубок в верхний передний барабан. Оба верхних барабана соединены изогнутыми трубками, образующими отдельные пути для пара и воды. Перегреватель помещается между первым и вторым пучком, экономайзер—после третьего пучка. Четырехбарабанный К. п. с перекрестными трубками изображен на фиг. 48 (системы Буркгарта, аналогичные англ. К. п. сист. Гауторна);



Фиг. 48.

здесь каждый верхний барабан соединен с обоими нижними: с накрестлежащим—широким пучком трубок, а с нижележащим—узким вспомогательным пучком. Циркуляция, довольно энергичная, совершается путем образования нисходящих токов в обоих крайних пучках *a* и восходящих—в пере-

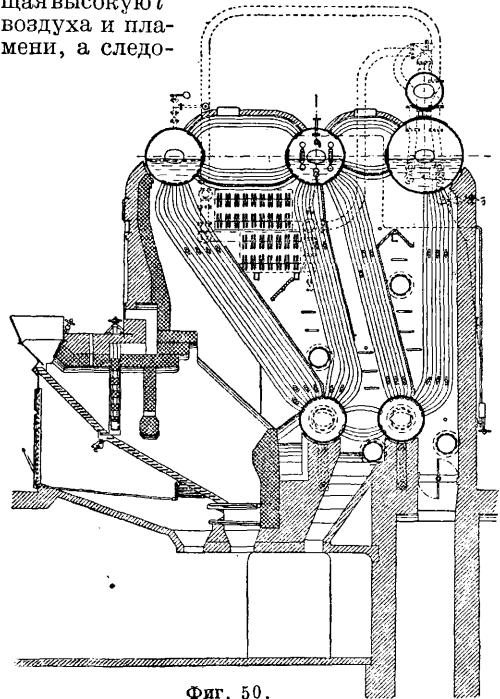
кращивающихся пучках *б*; таким образом вода последовательно переходит из одного верхнего барабана в другой через соответ-



Фиг. 49.

венный нижний барабан. Устройство топки не отличается от котлов Ярроу, хотя малое расстояние между нижними барабанами не столь удобно для образования топочных камер сколько-нибудь значительных размеров. Топочные газы поднимаются между трубками обоих средних пучков, причем они подвергаются сильному перемешиванию в месте пересечения трубок, затем опускаются вниз по наружным пучкам и уходят в боров, омывая по пути экономайзеры *в*, расположенные по внутренней стороне стенок обмуровки. Перегреватель занимает особую камеру в средней части К. п., лишенную кипяtilльных трубок, причем топочные газы отводятся к нему непосредственно из топки через ряд окошек *г*. Для сбора пара оба верхних барабана соединены штуцерами с сухопарником *д*. К числу достоинств этого типа парового котла относится надежность циркуляции, позволяющая сильную форсировку; основными недостатками являются невозможность устройства больших топочных камер, малая экранная поверхность нагрева, трудность органического слияния котла и перегревателя в одно целое, а также затруднительность очистки внешней стороны трубок в местах их пересечений. Наибольший из построенных до сих пор К. п., в East River Station в Нью-Йорке (фиг. 49), представляет собой двоярусный четырехбарабанный К. п. с двумя верхними и двумя нижними барабанами и приблизительно параллельными пучками трубок. Перегреватель помещается между трубками первого пучка. Характерно чрезвычайно сильное развитие экранной поверхности, — все стенки топочной камеры, топоч-

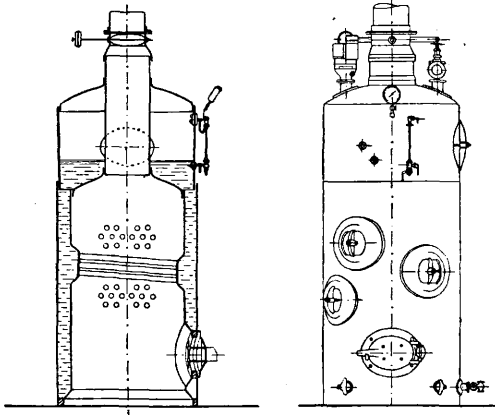
ные своды и стенки горловины топочной камеры покрыты кипяtilльными трубками, частью соединяющимися непосредственно с нижними передними барабанами, частью кончающимися в особых коллекторах. Вода в эти трубки поступает снизу из нижних коллекторов, причем до трубок передних стенок топочной камеры она проходит по трубкам охлаждающей решетки. Ниже приведены некоторые данные этого К. п.: полная поверхность нагрева  $4\,212\text{ м}^2$  (в том числе поверхность нагрева кипяtilльных трубок свода и горловины топочной камеры  $84\text{ м}^2$ , передней и задней стенок  $80,7\text{ м}^2$ , обеих боковых стенок  $341\text{ м}^2$ , охлаждающей решетки  $122\text{ м}^2$ ; так. обр. экранная поверхность нагрева, не принимая в расчет первого ряда трубок самого котла, составляет  $14,9\%$  общей поверхности нагрева); поверхность нагрева перегревателя  $1\,290\text{ м}^2$ , экономайзера  $1\,420\text{ м}^2$  и воздушного подогревателя  $7\,670\text{ м}^2$ ; рабочее давление  $30\text{ атм}$ , пробное  $52,7\text{ атм}$ ; гарантированная часовая производительность  $363\,000\text{ кг}$ , т. е. напряжение поверхности нагрева достигает  $86,5\text{ кг/м}^2\text{ час}$  (во время приемных испытаний была достигнута часовая паропроизводительность одного котла до  $563\,500\text{ кг}$ , т. е. напряжение поверхности нагрева в  $133,8\text{ кг/м}^2\text{ ч}$ ). Для современных тенденций котлостроения в этом паровом котле характерны высокое развитие экранной поверхности нагрева, позволяющее достигнуть столь напряженного парообразования, и громадная поверхность воздушного перегревателя (в  $1,85$  раза больше поверхности нагрева котла), обуславливающая высокую  $t^\circ$  воздуха и пламени, а следо-



Фиг. 50.

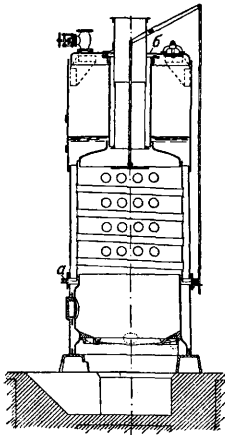
вательно благоприятные предпосылки к использованию экранной поверхности нагрева. Пятибарабанные вертикальные водотрубные К. п. (основной тип

Стрлинга) состоят из трех верхних и двух нижних барабанов, соединенных зигзагообразно пучками трубок (фиг. 50). Циркуляция в К. п. этого типа совершается по зигзагообразному пути от верхнего заднего барабана к верхнему переднему; кроме того вследствие соединения обоих нижних

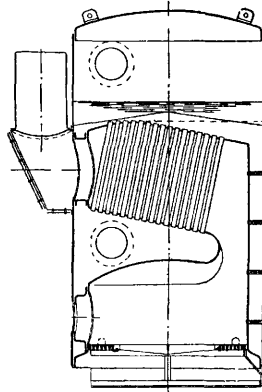


Фиг. 51.

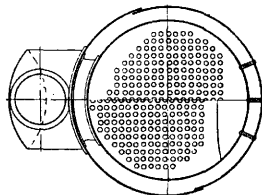
барабанов между собой возможно еще образование вторичного цикла — восходящего во втором и нисходящего в третьем пучке трубок. Эти К. п. не имеют никаких преимуществ в сравнении с трех- и четырехбарабанными типами, недостатком же их является усложнение и удорожание всей конструкции, которое вызывается главным образом увеличением числа барабанов.



Фиг. 52.



Фиг. 53.



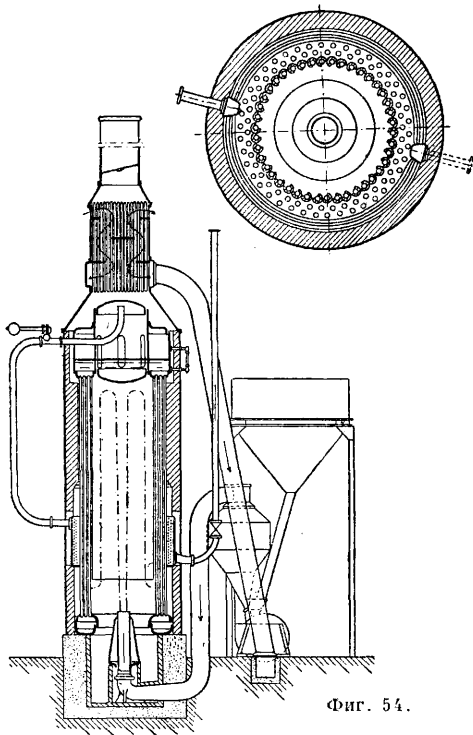
3. Вертикальные К. п. с кипящими трубками представляют собой обыкновенные вертикальные котлы, в топке к-рых расположен ряд кипящих трубок малого диаметра (до 102 мм). Часто применяемые на практике типы таких К. п. изображены на фиг. 51 и 52; в стенках цилиндрич. топки завальцовано несколько рядов

слегка наклонных перекрещивающихся трубок; для возможности их очистки изнутри и смены в наружном барабане сделан ряд лючков (фиг. 51) или же он сделан разъемным у а и б (фиг. 52). Более совершенный тип вертикального К. п. изображен на фиг. 53; тут топка располагается в огневой коробке своеобразной формы, к-рая сообщается в задней части с трубной камерой цилиндрич. формы. Топочные газы, выходя из топки, омывают кипящие трубки и уходят в дымовую трубу. Особым преимуществом этого типа (сходного по основной идее с типом Кокрана) является значительное паровое пространство и возможность получить доступ как к верхней, так и к нижней трубным доскам через обыкновенные лазы. Вертикальные К. п. первого типа строят с поверхностью нагрева  $5 \div 40 \text{ м}^2$ , второго  $8 \div 100 \text{ м}^2$ , рабочее давление обычно не превышает  $8-10 \text{ атм}$ . Достоинства их — незначительная занимаемая площадь и дешевизна всей установки; главные недостатки — трудность очистки кипящих трубок снаружи и низкий термический кпд. Котлы этой системы применяются в тех же случаях, что и обыкновенные вертикальные К. п. (см. выше).

К вертикальным К. п. примыкает К. п. системы Беттингтона, являющийся одной из первых конструкций, специально приспособленных для сжигания пылевидного топлива. Он состоит из верхнего барабана (фиг. 54), соединенного с нижним кольцевидным коллектором несколькими концентричными рядами прямых кипящих трубок. Кипящие трубки внутреннего ряда покрыты фасонными шамотными кирпичами, образующими на протяжении верхней части трубок преграду для движения дымовых газов. Смесь угольной пыли с воздухом вдувается вертикальной форсункой снизу вверх в топочную камеру, образуемую кипящими трубками и днищем верхнего барабана. Пламя поворачивает у днища верхнего барабана книзу, в виде шляпки гриба, и у нижн. конца кипящих трубок поступает во второй дымоход, причем идущая вниз струя пламени обволакивает восходящий из форсунки столб пламени со всех сторон. Благодаря такому направлению факела струя пламени, вытекающая из форсунки, непрерывно прогревается, и угольные частицы в случае затухания немедленно вновь воспламеняются. Восходящий стержень факела имеет  $t^\circ$  более высокую, чем обычный факел без грибообразной газовой завесы, благодаря чему оказывается достаточным более грубый разлом топлива, а огнеупорная футеровка не подвергается действию чрезмерно высоких  $t^\circ$ . К. п. системы Беттингтона можно отапливать также нефтью и газом. По выходе из топочного пространства топочные газы обогревают кольцеобразный пароперегреватель и уходят в дымовую трубу, омывая наружные ряды кипящих трубок.

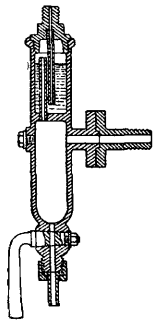
III. Арматура К. п. — совокупность приборов, к-рые необходимы для его правильной и безопасной эксплуатации. Количество, способ установки и размеры арматуры определены Правилами НКТ по устройству, установке и освидетельствованию паров. котлов.

Для наблюдения за упругостью вырабатываемого в К. п. пара на каждом из К. п. должен быть установлен манометр (см.). Манометры легко портятся, если их пружи-



Фиг. 54.

на приходит в непосредственное соприкосновение с паром, поэтому их присоединяют не непосредственно к К. п., а к особому сифону, в котором собирается конденсат, закрывающий доступ пара к пружине. В простейшем случае сифон представляет собой изогнутую трубку; более совершенная конструкция, допускающая продувку без удаления содержащейся в сифоне воды, изображена на фиг. 55.



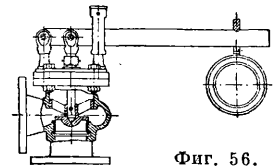
Фиг. 55.

Для предотвращения опасного для К. п. повышения давления в нем ставят предохранительные клапаны, представляющие собой обыкновенные клапаны, тарелки к-рых прижимаются к седлу силой груза (фиг. 56) или пружины, причем величина нагрузки рассчитывается таким обр., чтобы клапаны открывались при превышении рабочего давления на 10% и во всяком случае до достижения максимально допустимого для паровых котлов давления. Диаметр клапана  $D$  определяется по следующей формуле:

$$D = \frac{0,006 Q}{h(p+1)},$$

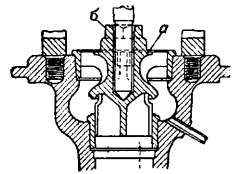
где  $D$ —средний диаметр клапана в см,  $Q$ —максимальная часовая паропроизводительность К. п. в кг,  $h$ —высота подъема клапана в см и  $p$ —рабочее давление в atm; если сила

давления пара на один клапан превышает 600 кг, то получающийся по ф-ле диаметр  $d$  б. разбит на несколько клапанов. На стационарных К. п. ставят обычно рычажные грузовые предохранительные клапаны, на подвижных (паровозных и судовых)—пружинные рычажные или чаще с непосредственным действием пружины (см. ниже Судовые К. п.). Правила требуют постановки на каждом котле не менее двух предохранительных клапанов, из которых один должен быть закрыт чехлом и заперт на замок во избежание возможных злоупотреблений. Открытый тип клапанов (см. Клапаны), при к-ром пар выпускается прямо в котельную, удобнее для постоянного наблюдения за его работой, однако если по характеру работы котельной можно ожидать, что клапаны будут часто и подолгу парить, то лучше брать закрытый тип клапана (фиг. 56), у которого вытекающий пар по особой трубе отводится в такое место, где он не мешает персоналу котельной. В последнем случае следует обязательно предусматривать отвод конденсата из-под колпака предохранительного клапана, так как иначе этот конденсат будет стекать на обмуровку К. п. Из ф-лы для расчета предохранительных клапанов видно, что диаметр их при прочих равных условиях м. б. уменьшен при увеличении подъема клапана. В обыкновенных предохранительных клапанах в момент подъема вследствие приоб-



Фиг. 56.

ретаемой паром скорости статическое давление непосредственно под тарелкой уменьшается, и клапан, поднявшись немного, снова опускается, после чего давление опять возрастает и тот же процесс начинается сначала—клапан дрожит; высота подъема при этом бывает весьма незначительной. В клапанах с полным подъемом тарелки используют кинетическую энергию вытекающего из-под тарелки пара для дальнейшего открытия клапана: вытекающая струя пара отклоняется особыми направляющими или, как это указано на фиг. 57, стенками клапанной камеры и ударяет в грибообразное расширение  $a$  на верхней части тарелки клапана. Для предупреждения возможности пригорания тарелки клапана к седлу уплотняющую поверхность делают всегда плоской и не шире 2 мм; кроме того полезно снабжать тарелку приспособлением, позволяющим поворачивать ее время от времени (напр. шестигранная головка  $b$ , фиг. 57). Чтобы тарелка не перекашивалась во время подъема, нажимной штифт, окаймляющийся закругленным острием, должен опираться на тарелку в точке, лежащей ниже плоскости седла. Желательно, чтобы все три точки опор—груза, нажимного штифта и опорной колонки—лежали на одной прямой. В качестве опор предпочтительнее пользоваться ножами, а не болтами (фиг. 56), так как по-



Фиг. 57.

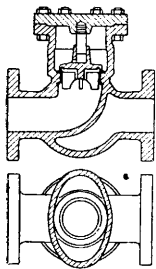
давления пара на один клапан превышает 600 кг, то получающийся по ф-ле диаметр  $d$  б. разбит на несколько клапанов. На стационарных К. п. ставят обычно рычажные грузовые предохранительные клапаны, на подвижных (паровозных и судовых)—пружинные рычажные или чаще с непосредственным действием пружины (см. ниже Судовые К. п.). Правила требуют постановки на каждом котле не менее двух предохранительных клапанов, из которых один должен быть закрыт чехлом и заперт на замок во избежание возможных злоупотреблений. Открытый тип клапанов (см. Клапаны), при к-ром пар выпускается прямо в котельную, удобнее для постоянного наблюдения за его работой, однако если по характеру работы котельной можно ожидать, что клапаны будут часто и подолгу парить, то лучше брать закрытый тип клапана (фиг. 56), у которого вытекающий пар по особой трубе отводится в такое место, где он не мешает персоналу котельной. В последнем случае следует обязательно предусматривать отвод конденсата из-под колпака предохранительного клапана, так как иначе этот конденсат будет стекать на обмуровку К. п. Из ф-лы для расчета предохранительных клапанов видно, что диаметр их при прочих равных условиях м. б. уменьшен при увеличении подъема клапана. В обыкновенных предохранительных клапанах в момент подъема вследствие приоб-

следние часто ржавеют и тогда представляют значительное сопротивление открытию клапана. Правильное положение груза на рычаге обычно определяют при пробной расстонке котла и затем предохраняют груз от смещения, высверливая два отверстия по бокам хомута и загоняя в них шпильки. Предохранительные клапаны являются в сущности лишь сигнальным устройством, т. к. при употребительных размерах их нельзя рассчитывать на удаление через них всего образующегося в К. п. пара при внезапном прекращении отбора пара.

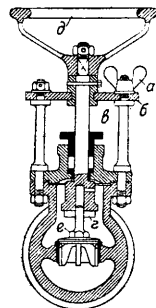
Питательная арматура состоит из одного питательного клапана, пропускающего воду в К. п., но не обратно, и расположенного между ним и К. п. обыкновенного запорного клапана на случай необходимости очистки

или смены питательного клапана. В виду часто наблюдаемых перекосов тарелки вследствие однобокого вытекания струи питательные клапаны строят с симметричным распределением вытекающей из-под тарелки струи (фиг. 58). Котельный камень, осаждающийся на тарелке и седле клапана, часто вызывает неплотность закрытия его; существует ряд конструкций, допускающих притирку клапана во время работы парового котла; одна из них приведена на фиг. 59; отпустив барашек *a* и отведя в сторону снабженную вырезами перекладину *b*, при помощи шпинделя *в*, имеющего в нижней части две щеки *г*, и сидящего на нем маховичка *д* можно захватить щеками *г* за шестигранную головку тарелки *e* клапана и притереть ее. Запорный вентиль, который находится между питательным клапаном и К. п., устанавливается обязательно т. о., чтобы давление котла стремилось прижать тарелку к седлу, т. к. в случае обрыва шпинделя вентиля лишь в этом случае будет возможно беспрепятственно продолжать питание котла.

Для наблюдения за положением уровня воды в К. п. ставятся водозаказательные или *водомерные стекла* (см.). Водомерных стекол на каждом котле с поверхностью нагрева в 100 м<sup>2</sup> и более д. б. не менее двух. Водомерное стекло состоит из двух головок и стеклянной трубки или плоского стекла в металлич. коробке. Водомерные стекла лишь тогда могут правильно показывать уровень воды в К. п., когда краны, соединяющие их с полостью котла, открыты и все каналы не закупорены. Поэтому основными требованиями, предъявляемыми к головкам водомерных стекол, являются: 1) возможность по положению ручек запорных кранов или клапанов головок сразу видеть, открыты они или закрыты, и 2) возможность прочистки всех каналов во время работы парового котла. Первое требование заставляет отдавать предпочтение

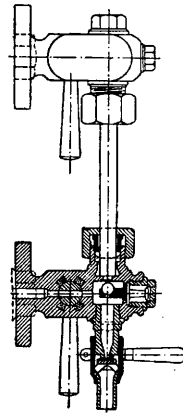


Фиг. 58.



Фиг. 59.

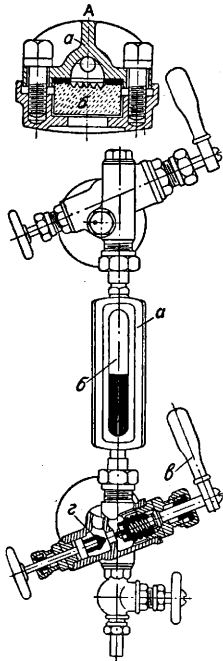
кранам перед вентилями, а второе заставляет делать все каналы прямыми и снабжать их на одном из концов пробкой; кроме того желательно снабжение головок приспособлениями, автоматически запирающими доступ жидкости к стеклу в случае поломки его. Водомерное стекло с шаровым самозапорным клапаном, удовлетворяющее указанным требованиям, изображено на фиг. 60.



Фиг. 60.

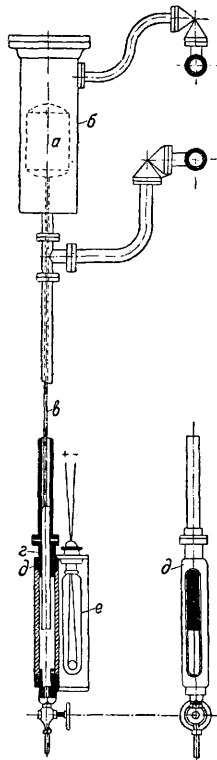
коэф-ту преломления полного внутреннего отражения нет, и мы видим черную заднюю стенку коробки, — т. о. граница, отделяющая воду и пар, резко выделяется. Головка водомерного стекла Клингера снабжена двумя вентилями — главным *в* и вспомогательным *г*, закрываемыми в случае необходимости сменить прокладку главного клапана во время работы К. п.

Важно, чтобы материал таких стекол не разедался водой, т. к. иначе острые кромки быстрой части стекла быстро сглаживаются, и уровень воды на стекле плохо виден. Необходимо также следить за тем, чтобы в клингеровских стеклах поверхность прилегания стекла к металлической коробке была совершенно ровной, т. к. иначе стекло лопается при затяжке болтов. При К. п. с высоко расположенными верхними барабанами водозаказательные приборы особой конструкции располагаются внизу, в поле зрения персонала, обслуживающего паров. котел (фиг. 62); движения поплавка *a*, помещающегося в камере *б*, передаются тягой *в* стержню *г*, перемещающемуся в застекленной с обеих сторон коробке *д*, освещаемой сзади лампой *e*. Применявшиеся раньше довольно часто всякого рода сигнальные водоуказат. автоматы являются приборами очень ненадежными, а потому скорее вредными, чем полезными.



Фиг. 61.

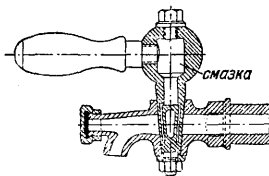
На мелких котлах при одном водоуказательном стекле нужно иметь еще пробные краны—один на нижнем уровне стояния воды, а другой несколько выше наиболее высокого уровня воды (конструктивное выполнение крана с автоматич. смазкой см. фиг. 63).



Фиг. 62.

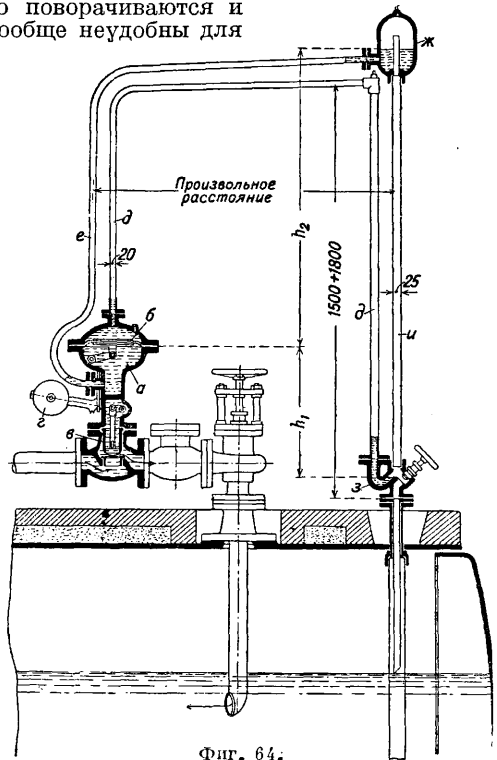
Автоматически е регуляторы питания (типа Ганеман, в Германии) являются приборами весьма полезными, т. к. помогают равномерно питать К. п. Регулятор питания Ганемана представлен на фиг. 64; замкнутая камера *a* перегородена мембраной *b*, сообщаемой посредством системы рычагов с тарелкой клапана *e*, сидящего на питательном трубопроводе так, обр., что при опускании мембраны клапан опускается вниз под действием противовеса *z*. Пространства над и под мембраной сообщаются посредством трубок *d* и *e*, снабженных сифонами *ж* и *з*, с трубкой *и*, входящей внутрь котла и оканчивающейся на высоте нормального уровня воды в паровом котле; все трубки и камера *a* наполнены водой. Как только уровень воды в К. п. понижается и открывает отверстие трубки *и*, вода из нее выливается (выливанию воды из трубки *d* препятствуют водяной сифон *з* и то обстоятельство, что она вместе с верхней частью камеры представляет собой герметически закрытый с одного конца сосуд), на мембрану начинает давить снизу вверх разность давлений в обеих трубках, равная  $(h_1 + h_2)$  мм водяного столба, мембрана выгибается вверх и приоткрывает клапан *e*. После того как уровень воды в котле поднимется настолько, что закроет отверстие трубки *и*, разрежение, образующееся в трубке *и* вследствие конденсации заключающегося в ней пара, заставит воду из котла подняться, чем давление на обе стороны мембраны уравнивается, и клапан *e* закроется под действием противовеса. В наст. время строят также электрич. регуляторы питания.

Для опораживания К. п. необходимо в самой нижней части его иметь с п у с к н о й к р а н. В больших К. п. с высоким рабочим давлением между спускным краном и котлом обязательно надо ставить запорный вентиль, облегчающий открывание спускного крана и позволяющий плавно произво-



Фиг. 63.

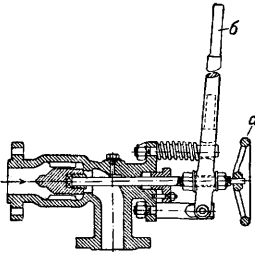
дить спуск воды из К. п. при продувках под большим давлением. При установке К. п. надо стремиться к тому, чтобы спускные краны были легко обслуживаемы и доступны, так как в противном случае трудно добиться того, чтобы продувка К. п. производилась регулярно и правильно. Отсутствие же регулярной продувки влечет за собой быстрое загрязнение К. п. Применявшиеся раньше почти исключительно спускные краны без запорных вентилей плохо зарекомендовали себя на практике, так как пробки их пригорают к корпусу, они туго поворачиваются и вообще неудобны для



Фиг. 64.

обслуживания, так что кочегары зачастую продувают слишком редко. Весьма практичны открывающиеся нажимом на рычаг спускные клапаны, тарелка к-рых прижимается к седлу давлением пара в К. п. (фиг. 65); твердые частицы, попавшие между седлом и тарелкой клапана, растирают, вращая тарелку при помощи маховичка *a*; рычаг *b* приводится в действие, смотря по расположению К. п., непосредственно рукой или ногой или посредством цепи или ряда тяг так, чтобы открытие могло совершаться удобно из кочегарки. В качестве спускных приспособлений применяются также цилиндрич. задвижки (фиг. 66). Для выключения К. п. из общей паропроводной сети применяют парозапорные *клапаны* (см.) или *завдвижки* (см.). На фиг. 67 изображен прибор, позволяющий кочегару, не покидая своего места, наблюдать за густотой дыма. Лампочка *a* укреплена на одной стенке дымохода; пучек световых лучей, параллелизованных линзой *b*, проходит через толщу дымовых газов и, отразившись от двух зеркал *в* и *г*, отбрасывается на матовое стекло.

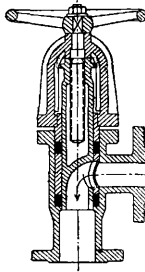
Необходимой частью каждого К. п. являются п а т р у б к и различной формы, служащие для укрепления на них арматуры и присоединения к К. п. трубопроводов. Патрубок состоит из двух фланцев—одного



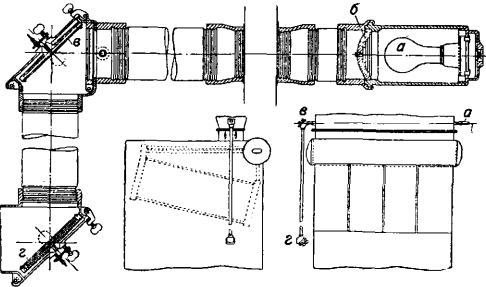
Фиг. 65.

нормального, к которому привинчивается фланец арматуры или трубы, и другого, изогнутого согласно кривизне соответствующей части котла и приклепываемого к стенкам К. п.; оба фланца соединяются трубой, соответственным образом изогнутой. Для К. п. низкого давления применяют патрубки из чугуна (фиг. 68, А), для паровых котлов высокого давления предпочитают ставить кованные стальные, цельные (фиг. 68, Б) или составные из нормальных и фасонных стальных фланцев и отрезков труб (фиг. 68, В). Для прикрепления частей арматуры, к-рые должны сидеть на самом котле, применяют короткие патрубки чугунные или кованные (фиг. 68, Г), к к-рым крепят арматуру при помощи закладываемых в вырезы а болтов б с Т-образными или круглыми головками.

Для возможности проникновения внутрь котла с целью его осмотра или чистки в стенках делают соответственное число горловин, или лазов, к-рые во время работы К. п. закрываются особыми крышками, прижимаемыми к стенкам горловины изнутри давлением пара. Нормальным размером горловины, достаточным для пролезания взрослого человека, считают  $300 \times 400$  мм (в последнее время чаще делают лазы  $320 \times 425$  мм), в крайнем случае, при невозможности поставить полноразмерный лаз, размеры его могут быть уменьшены до  $280 \times 320$  мм. Условием безопасности лаза при работе паровых котлов является невозможность выдавливания наружу уплотняющей прокладки между крышкой и горловиной. Удовлетворяющая это-



Фиг. 66.

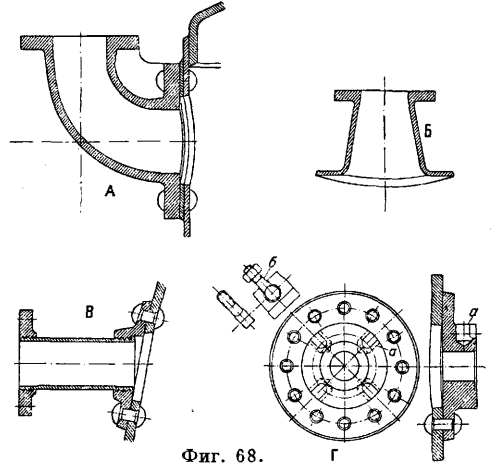


Фиг. 67.

му условию конструкция стальной штампованной горловины с крышкой представлена на фиг. 69.

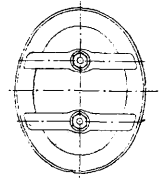
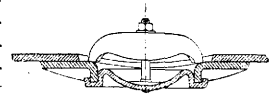
Для установки К. п. устраивают фундаменты соответствующей формы и размеров в зависимости от условий грунта. На

фундамент ставят опоры той или иной конструкции. На фиг. 70 представлена наиболее употребительная форма чугунной опоры для



Фиг. 68.

цилиндрич. К. п. Такие опоры располагаются по длине К. п. у швов, под наружными листами. Опора под задним концом К. п. делается неподвижной, а остальные—подвижными, на роликах. Конструкция подвижных опор под камерами горизонтально-водотрубных К. п. представлена на фиг. 71. Водотрубные К. п. часто подвешиваются за верхние барабаны к особому каркасу или непосредственно к металлич. конструкции котельной; в последнее время предпочитают подвешивать их на длинных тягах для достижения достаточной свободы расширения барабана (фиг. 46 и 37). К тягам барабаны подвешивают либо при помощи хомутов из плоского или круглого железа либо через средство привинченных к барабану на шпильках особых ушков (фиг. 72). Высота опорных колонн определяется в соответствии с необходимыми размерами топочной камеры. Опорные колонны относят возможно дальше от внутренней стороны облицовки, омываемой газами, с таким расчетом, чтобы колонну отделяла от газовой стенка толщиной по крайней мере в  $1\frac{1}{2}$  кирпича. При установке К. п. попарно, когда средняя стойка является замурованной, требуется устройство воздушного охлаждения стойки. У вертикально-водотрубных паровых котлов пучки труб вместе с нижними барабанами висят обычно совершенно свободно; если же пучки труб наклонны, то нижние барабаны прислоняют к направляющим опорам.

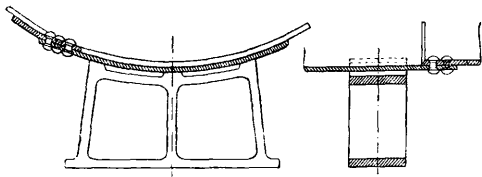


Фиг. 69.

Смонтированный на опорах К. п. снабжается о б м у р о в к о й, если требуется образование внешних дымоходов. Трубчатые К. п. локомотивного и судового типов об-

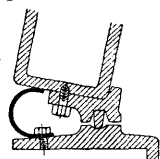


муровки не требуют, т. к. газы проводятся только по дымогарным и жаровым трубам. Обмуровка должна удовлетворять двум требованиям: а) целесообразно направлять газы и б) изолировать поток горячих газов от наружного холодного воздуха. Для обмуровки К. п. применяется кирпич—обыкновенный (красный) или гжельский белый на известково-цементном растворе (1 ч. цемента с 1 ч. известки на 5 ч. песка); места сопряжения кладки с металл. стенками К. п. промазываются глиной или чистым шамотным раствором и близлежащие участки кладки кладутся на том же растворе (безусловно недопустимо применение в этих местах известки). Там, где обмуровка соприкасается с газами, имеющими темп-ру выше  $450^{\circ}$ , требуется облицовка огнеупорным кирпичом (см. *Огнеупорные материалы*) тем более высокого качества, чем выше  $t^{\circ}$  газов. Обму-



Фиг. 70.

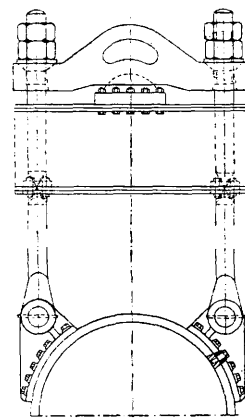
ровку делают толщиной не менее чем в 2 кирпича, а для высоких К. п. даже в  $2\frac{1}{2}$  кирпича, по соображениям прочности и плотности. Обмуровка подвержена  $t^{\circ}$ -ным деформациям; поэтому она д. б. достаточно эластичной, т. к. в противном случае неизбежно появление трещин, через к-рые в дымоходы будет проникать холодный воздух. Обмуровка высоких К. п. сложной формы снабжается достаточным числом расширительных соединений. На фиг. 73 показана хорошая конструкция сводчатой обмуровки наружных вертикальных стенок К. п. В целях уменьшения потери тепла в окружающую среду обмуровка К. п. должна обладать возможно меньшей теплопроводностью. Достигается это путем устройства в толще обмуровки прослоек, заполняемых плохими проводниками тепла—рыхлой золой, инфузоровой землей и т. п. Воздушных прослоек делать не следует, т. к. благодаря появлению в них циркуляции воздуха



Фиг. 71.

изолирующее действие их пропадает. Уменьшение теплопроводности обмуровки особенно важно при установке вертикально-водотрубных котлов, так как в таких К. п. создается весьма благоприятная обстановка для потери тепла в окружающую среду благодаря возникновению интенсивного движения воздуха вдоль стенок обмуровки снизу вверх. Для предотвращения растрескивания обмуровки, в особенности в местах, подверженных действию высокой  $t^{\circ}$ , обмуровку укрепляют железными связями, для чего по углам и с боков ее делают обвязки из швеллерного или углового железа, к-рые соединяют между собой продольными и поперечными связями. При обмуровке вертикально-водотрубных К. п. таких связей недостаточно; требуется

устройство склепанного в одно целое металл. каркаса (фиг. 74), внутри к-рого и выводятся стенки обмуровки. Иногда каркас является самостоятельной конструкцией, чаще (особенно в американ. установках) он составляет одно органич. целое с металл. скелетом здания котельной. В последнее время к водотрубным К. п. с большим успехом применяется

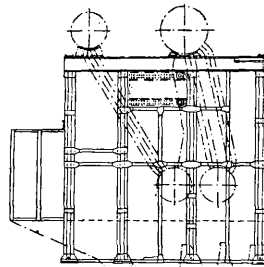


Фиг. 72.



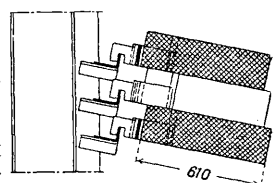
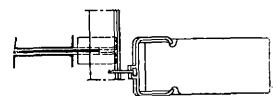
Фиг. 73.

обмуровка с обшивкой листовым железом. Такая обмуровка состоит из шамотных стенок в  $1-1\frac{1}{2}$  кирпича, покрытых снаружи слоем диатомита в 50—100 мм и обшивкой из листового железа толщиной около 5 мм. Такая обмуровка обходится дороже кирпичной, но зато требует меньше места, имеет меньший вес и обладает почти полной герметичностью. Помимо этого такая обмуровка не требует времени для просушки и может быть пущена в работу немедленно по изготовлении.



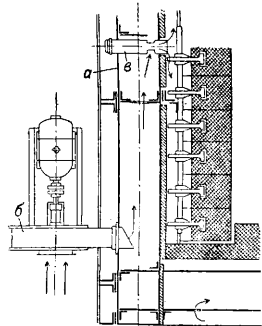
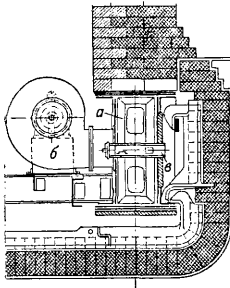
Фиг. 74.

В обмуровке котлов делаются в соответствующих местах лючки (для обдувки труб), чистки и воронки (для выгреба золы) и лазы (для проникновения внутрь обмуровки). Помимо наружной обмуровки в водотрубных паровых котлах параллельно и перпендикулярно к трубам делают перегородки для направления газов. Перегородки эти выполняются из фасонного огнеупорного кирпича, из голых фасонных чугунных плит или из футерованных шамотным кирпичом. Основные затруднения встречаются при обмуровке высоких и тонких стенок вертикально-водотрубных котлов большой мощности. В этом случае шамотные кирпичи через несколько рядов прикрепляются при помощи жел. крючков, скобок и пр. к уголкам, приклепанным к каркасу К. п. (фиг. 75). Наиболее сильному воздействию пламени



Фиг. 75.

подвержены своды и потолки топочных камер. В США, а в последнее время и в Зап. Европе все большее распространение получает устройство потолков и сводов из фасонных шамотных кирпичей, к-рые подвешены к соответственным образом изогнутым железным и чугунным балкам непосредственно (фиг. 76а) или посредством особых промежуточных камней, обладающих большей прочностью, но меньшей огнеупорностью (фиг. 76б). На фиг. 76а изображено устройство входящего угла топочной камеры; интересно устройство балки *a*, на которой покоится весь вышележащий массив обмуровки: в виду затрудненной естественной циркуляции воздуха в этом углу для охлаждения балки установлен особый вентилятор *б*, приводимый в движение электромотором и продувающий воздух через пустотелую балку; отсюда воздух по патрубкам *в* выходит за обмуровку, охлаждает подвесные балки потолка топочной камеры и затем поступает в общую массу подогретого воздуха, вдуваемого в топку. В современных котельных установках кочегарная площадка (станд) снабжается различными измерительными приборами, которые до-

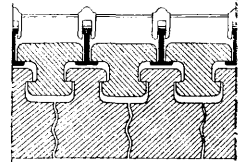


Фиг. 76а.

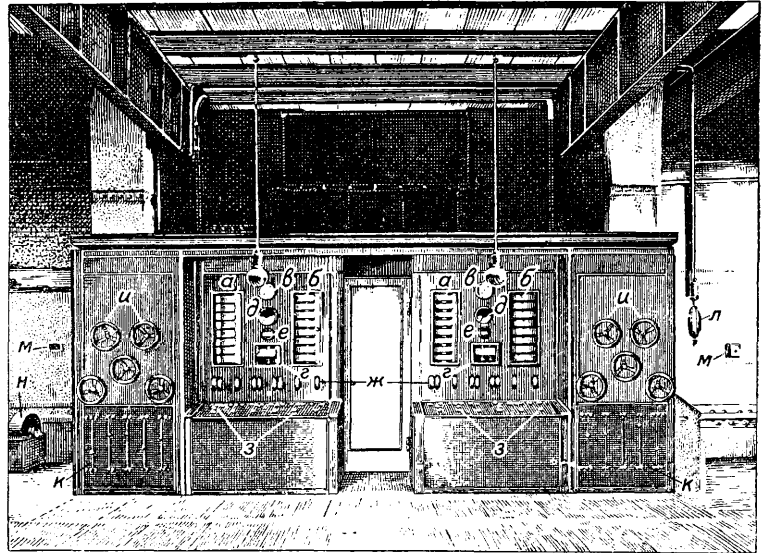
пускают непрерывный контроль работы всей установки и правильного функционирования отдельных ее частей. На фиг. 77 изображена инструментальная доска кочегарного стада для двух К. п. электроцентрали Клингенберг под Берлином. Одно из главных мест занимает ряд манометров, тягомеров *a*, *a* и термометров *б*, *б*, отмечающих давления и  $t^\circ$  пара, воздуха, топочных газов и питательной воды в различных частях установки. Посредине между ними лежат: главный манометр *в*, показывающий давление пара по выходе из перегревателя, паромер и водомер *г*, указатели содержания в дымовых газах  $\text{CO}_2$  (*д*) и  $\text{CO}$  (*е*), ряд амперметров *жс*, *жс* моторов, приводящих в действие нагнетательные и тяговые вентиляторы и ма-

шины подачи угольной пыли к топкам; под ними находятся рукоятки *з, з* соответственных пусковых и регулировочных реостатов. На особых панелях по бокам помещаются маховички *и* и рычаги *к*, приводящие в движение заслонки и шиберы, регулирующие подачу топлива и воздуха к горелкам для угольной пыли, и т. д.; опущенный вниз указатель уровня *л* помещается рядом с доской; *м*—глазки для наблюдения за ходом горения; *н*—вентилятор для охлаждения балки, поддерживающей свод (фиг. 76а).

Очистка поверхности нагрева К. п.—снаружи от золы и сажи, внутри от котельного камня—производится, смотря по системе К. п., при помощи различных инструментов. Очистка обращенной к огню поверхности жаровых труб и котельных барабанов производится при помощи обыкновен. проволочных щеток. Для очистки огневой стороны дымогарных трубок применяют цилиндрическ. стальные проволочные щетки или саморасширяющиеся банники из стальных пластинок (фиг. 78); кроме того иногда применяют обдувку сажи особыми аппаратами (фиг. 79): струя пара, вытекающая из сопла *a* после подъема клапана *б*, осуществляемого нажимом на сопло, захватывает с собой струю воздуха, приводимого во вращательное движение крыльшками *в*. Для обдувки внешней поверхности кипятильных трубок применяют трубки, закрытые с одного конца и снабженные вблизи него рядом мелких отверстий. Трубки вводят через специальные отверстия в обмуровке между рядами трубок, пускают в них по гибкому рукаву пар и двигают их назад и вперед, причем вылетающая струя пара



Фиг. 76б.



Фиг. 77.

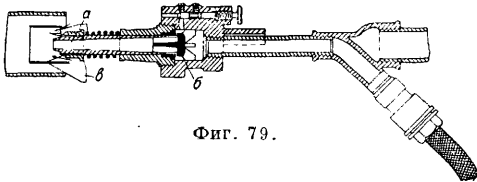
сдувает нечистоты со стенок трубок. Значительно затруднительнее удаление накипи с

внутренней поверхности К. п. Наиболее примитивный способ—обивание накипи молотком—в виду вредности для здоровья ра-



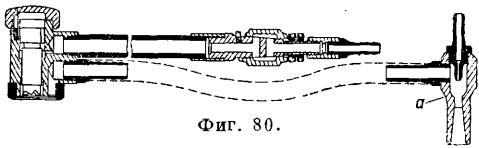
Фиг. 78.

бочего, малой производительности и опасности повреждения стенок котла не м. б. рекомендован. Для той же цели применяется не-



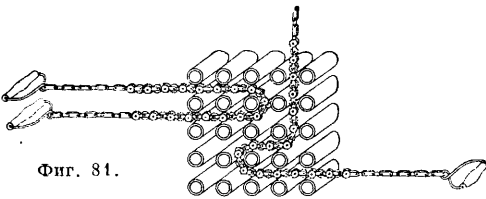
Фиг. 79.

большой пневматич. молоточек (фиг. 80), обладающий, кроме значительной производительности, еще тем преимуществом, что образу-



Фиг. 80.

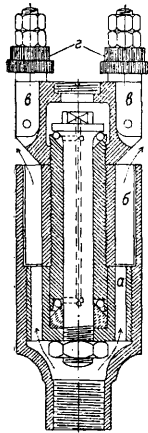
ющаяся при этом весьма вредная для дыхания каменная пыль отсасывается через резиновый рукав особым эжектором *a* и выводится наружу из котла. Для очистки от накипи сте-



Фиг. 81.

нок дымогарных трубок применяют длинные скребки или зубила с широкими, соответ-

ственным образом изогнутыми лезвиями; весьма удобно для этих целей применение особых цепей (фиг. 81), снабженных шарошками, измельчающими и обивающими накипь при их протаскивании и позволяющими, в отличие от скребков производить действительно всестороннюю очистку трубок. Особенно затруднительна очистка от накипи кривых кипящих трубок. Производится она исключительно электрич., гидравлич. или пневматич. *банниками* (см.). Гидравлич. банник изображен на фиг. 82; струя воды, вытекающая из направляющего аппарата *a*, приводит во вращение турбину *б*, которая насажена на основной шпиндель, снабженный на свободном конце рычажками *в*, несущими шарошки *г*. Для удаления накипи, грязи и остатков старых прокладок с уплотняющей поверхности лючков водотруб-



Фиг. 82.

ных котлов сконструировано также несколько аппаратов, снабженных фрезерной головкой с выдвигаемыми резами, приводимой в движение силой рабочего или от электрического или гидравлического мотора.

Лит.: Депп Г., Паровые котлы, Лекции, читанные в Технологич. институте, с атласом, СПб, 1908; Гавриленко А. П., Паровые котлы, 4 издание, М.—Л., 1924; Иванов А. Н., Паровые котлы, с атласом, Л., 1924; Тецнер Ф. и Гейнрих О., Паровые котлы, пер. с нем., М., 1927; Берлов М. Н., Детали машин, вып. 3, Клепка и сварка резервуаров и котлов, 3 изд., М., 1928; Зейферт Ф., Паровые котлы и паровые машины, пер. с нем., 2 изд., М.—Л., 1928; Меркель Фр., Основы теплопередачи, пер. с нем., М.—Л., 1929; Мюнцигер Ф., Современные крупные паровые котлы, перевод с немецкого, Москва, 1927; е го же, Пелесоизгодные топки в стационарных паровых котлах, пер. с нем., М.—Л., 1926; Наумов В. С., Расчет парового котла, 2 изд., М.—Л., 1929; Шака А. и Руммель К., Практич. приложение законов теплопередачи и теплового лучеиспускания применительно к случаям постоянных во времени температурных полей, пер. с нем., М.—Л., 1928; Гартман О. Г., Пар высокого давления, пер. с нем., М., 1927; Мюнцигер Ф., Пар высокого давления, Л., 1926; Бернштейн С. С., Уход за паровым котлом, 2 изд., Л., 1926; Венигер К., Паровые котлы и машины в заводском хозяйстве, пер. с нем., Л., 1925; Гербергер Р., Рациональная эксплуатация котельных, пер. с нем., М.—Л., 1927; Гоен Е., Борьба со ржавчиной и отравлением в паровых котлах, пер. с франц., Москва, 1925; Карпекин В. А., Испытания парового котла, М., 1926; Карякин В. А., Циркуляция в водотрубном котле с вертикальными кипящими трубами и циркуляционными трубами, Москва, 1925; Кирш К. В., Котельные установки, Москва, 1926; е го же, Атлас котельных установок, М., 1923; Красовский А. А., Ремонтно-монтажное дело, ч. 3, Установка, повреждения и ремонт паровых котлов, М.—Л., 1927; Ломшаков А. С., Испытания паровых котлов, Л., 1927; Рабинович М. М., Автоматическое питание паровых котлов, Л., 1926; Ромм Э. И., Расчеты паровых котлов, Киев, 1927; Тома Г., Котлы высокой мощности, перевод с немецкого, М., 1925; Шретер В. Н., Паровые котлы в тепловых расчетах и цифрах, 2 изд., Л., 1925; Шретер В. Н., Паровые котлы и топливо, Л., 1927; Якобсон Г. А., Повреждения стационарных паровых котлов, М., 1927; Труды междуправительств. комиссии по котлостроению, ч. 1—3, М., 1926; Рамази П. К., Огнеупорные материалы в связи с конструкциями котельных обмуровок, М., 1926; Гордон В. Л., Обслуживание паровых котлов, пер. с нем., М., 1928; Проблемы безопасности в эксплуатации котельных установок, пер. с нем., Л., 1928; Сангович Г. С., Курс паровых котлов, Москва, 1928; Надеждин А. А., Тепловой расчет котельной установки, М.—Л., 1927; Горфинкель М. С., Механизация отопления паровых котлов, М., 1926; Грамберг А., Испытания машин и работы их в производстве, вып. 2, М., 1926; Зейферт Ф., Руководство к производству испытаний паровых машин, котлов, паровых турбин и двигателей внутр. сгорания, М., 1926; Нубер Ф., Тепловой расчет топков и котельных установок, пер. с нем., М., 1926; «Известия Теплотехнич. ин-та», М., с 1924; Spalckhaver R., Schneiders Fr. und Ruster A., Die Dampfkessel nebst ihren Zubehorteilen u. Hilfseinrichtungen, 2 Aufl., Berlin, 1924; Tetzner F., Die Dampfkessel, 7 Aufl., Berlin, 1923; Munnzinger F., Die Leistungssteigerung v. Grossdampfkesseln, Berlin, 1922; Munnzinger F., Amerikanische u. deutsche Grossdampfkessel, Berlin, 1923; Munnzinger F., Hochdruckdampf, 2 Auflage, B., 1926; Munnzinger F., Kesselanlagen für Grosskraftwerke, B., 1928; Munnzinger F., Berechnung u. Verhalten v. Wasserrohrkesseln, B., 1929; Munnzinger F., Dampfkesselwesen in d. Vereinigten Staaten von Amerika, B., 1925; Lányi G., Berechnung d. Dampfkessel-Feuerungen, Überhitzer u. Vorwärmer, 5 Auflage, Essen, 1928; Thoma H., Hochleistungs- u. Hochdruckkessel, B., 1921 (2 Aufl. unter d. Titel: Hochleistungs- u. Hochdruckkessel in Vorbereitung); «Ztschr. d. VDI», Sonderheft, Hochdruckdampf, B., 1924; Zeulmann, Neuere Bauformen v. Elektrodampfkesseln, B., 1926; Hochdruckdampf, hrsg. v. VDI, B., 1929; Puller, Modern Steam Boilers, 2 ed., L., 1928; Gebhardt G. F., Steam Power Plant Engineering, 6 ed., N. Y., 1925; James W. H. a. Dole M. W., Power Plant Machinery, v. 1—2, N. Y., 1923; Haven G. B. a. Swett G. W., Design of Steam Boilers and Pressure Vessels, 2 ed., N. Y., 1923; 3. Tagung d. Allgemeinen Verbandes der deutschen Dampfkessel-Überwachungs-

vereine am 16 u. 17 Juni 1924, Berlin, 1925; 4. Tagung d. Allgemeinen Verbandes d. deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine am 23 und 24 April 1925, Berlin, 1925; 5. Tagung d. Allgemeinen Verbandes d. deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine am 7 u. 8 September 1926, Berlin, 1927; Herberg G., Handbuch d. Feuerungstechnik u. d. Dampfkesselbetriebes, 4 Auflage, Berlin, 1928; Seufert F., Verbrennungslehre u. Feuerungstechnik, 2 Aufl., Berlin, 1923; Hinz F., Über wärmetechnische Vorgänge d. Kohlenstaubfeuerung, Berlin, 1928; ten Bosch M., Die Wärmeübertragung, 2 Auflage, Berlin, 1927; Gröber H., Einführung in die Lehre v. d. Wärmeübertragung, B., 1926; Stender W., Der Wärmeübergang an strömendes Wasser in vertikalen Röhren, B., 1924; Bleibtreu H., Kohlenstaubfeuerungen, 2 Aufl., B., 1930; Praetorius E., Wärmewirtschaft in Kesselhaus, Dresden—Leipzig, 1930; Veröffentlichungen d. Zentral-Verbandes d. preussischen Dampfkessel-Überwachungsvereine e. V., B. 4—7, Halle a/S.; Helbig A., Brennstaub, Halle a/S., 1924; Schulz B., Die Ölfuehrung, Halle a/S., 1925; Peter F., Die Abhitzkessel, Halle a/S., 1913; Gumz W., Die Luftvorwärmung im Dampfkesselbetrieb, Leipzig, 1927; Frenkler H., Feuerungstechnik, Berlin, 1925; Hartmann O., Hochdruckdampf, Berlin, 1925; Constance E. und Schläpfer P., Über den Einfluss d. flüchtigen Bestandteile fester Brennstoffe auf der Wirkungsgrad v. Kesselanlagen mit Innenfeuerung, «Forschungsarbeiten», Berlin, 1911, H. 103; Bach C., Untersuchung über d. Temperaturverhältnisse im Inneren eines Lokomobilkessels während d. Anheizperiode, Berlin, 1901, *ibid.*, H. 1; Bach C., Versuche zur Klarstellung der Verschwächung zylindrischer Gefäße durch d. Mannlochschneidung, *ibid.*, 1903, H. 9; Bach C., Versuche mit gewölbten Flammröhrenböden, *ibidem*, 1908, H. 51/52; Bach C., Die Änderung d. Zähigkeit v. Kesselblechen mit Zunahme d. Festigkeit, *ibid.*, 1905, H. 29; Bach C., Versuche über d. Elastizität von Flammröhren mit einzelnen Wellen, *ibid.*, 1906, H. 33; Bach C., Versuche über d. Widerstandsfähigkeit u. d. Formänderung gewölbter Kesselböden, *ibidem*, 1925, H. 270; Rissbildungen in Kesselblechen, *ibidem*, 1908, H. 59; Baumann R., Kesselbleche mit Rissbildung, *ibid.*, 1913, H. 135/136; Bach C. u. Baumann R., Bericht über Versuche mit autogen geschweißten Blechen u. Kesselteilen, *ibid.*, 1910, H. 83/84; Baumann R., Versuche z. Ermittlung der in d. Blechen beim Nieten bewirkten Formänderungen, *ibid.*, 1922, H. 252; Rönne P., Krümmungen zylindrischer Kesselteile während d. Betriebes, *ibid.*, 1927, H. 292; Cleve C., Modellversuche über d. Wasserumlauf in Steil- u. Schrägröhrenkesseln, *ibid.*, 1929, H. 322; Seibert O., Die Wärmeeaufnahme der bestrahlten Kesselheizfläche, *ibid.*, 1929, H. 324; Fuchs P., Der Wärmeübergang und seine Verschiedenheiten innerhalb einer Dampfkesselheizfläche, *ibid.*, 1905, H. 22; Poensgen R., Über d. Wärmeübertragung v. strömendem überhitztem Wasserdampf an Rohrwandungen u. v. Heizgasen an Wasserdampf, *ibid.*, 1917, H. 191/192; Schack A., Der industrielle Wärmeübergang, Düsseldorf, 1929; Zur Sicherheit des Dampfkesselbetriebes, hrsg. v. d. Vereinigung d. Grosskesselbesitzer e. V., Berlin, 1927; Brauser P. u. Spennrath J., Der praktische Heizer und Kesselwärter, Berlin, 1926; Suckan C. A., The Supervision and Maintenance of Steamraising Plant, London, 1924; «Transactions American Society of Mechan. Eng.», N. Y., 1928, v. 50, 3, 15; «Mechanical Engineering», N. Y., 1926, Febr.; «Ztschr. d. VDI», 1920, B. 64, 21, 22; «Archiv f. Wärmewirtschaft u. Dampfkesselwesen», Berlin; «Mitteilungen d. Wärmestelle Düsseldorf d. Vereins deutscher Eisenhüttenleute», Düsseldorf; «Ztschr. d. bayerischen Dampfkessel-Revisionsvereins», Mch.; «Die Wärme», Berlin; «Brennstoff u. Wärmewirtschaft», Halle a/S.; «Feuerungstechnik», Lpz.; «Chaleur et Industrie», P.; «Power», New York; «The Power Engineer», L.; «Engineering a. Boiler House Review», London; «Cheap Steam», L.; «Reports of Prime Movers Committee», N. Y.

П. Соловьев и Л. Павлушков.

#### К. п. высокого давления.

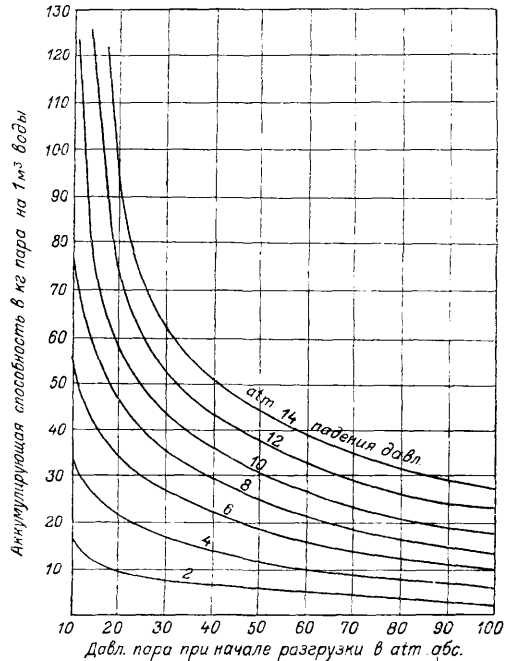
Под К. п. высокого давления понимают К. п. с давлением выше 22 *atm*. Первые попытки построения и использования паровых установок высокого давления (45—50 *atm*) относятся еще к началу 19 в.; однако широкое применение пар высокого давления начинается приобретать лишь после войны 1914—18 гг., когда экономич. преимущества пара высокого давления могли быть использованы на практике в связи с ростом мощ-

ности отдельных силовых установок и настоятельной необходимостью наиболее экономного использования топлива. Широкое развитие машиностроения и металлургии дало возможность удовлетворительно разрешить задачу построения К. п. и машин высокого давления.

Термодинамически выгодность применения пара высокого давления объясняется следующими свойствами водяного пара: по мере повышения давления теплота жидкости непрерывно возрастает, а теплота испарения падает; полная теплота сухого насыщенного пара возрастает с увеличением давления до ~40 *atm*, а затем начинает падать. Теплота перегретого пара при постоянной *t*° падает непрерывно при повышении давления. Отсюда следует, что при получении сухого насыщенного пара снижение расхода топлива на весовую единицу пара будет иметь место, лишь начиная с ~40 *atm* и выше. Что же касается перегретого пара, то, повышая давление и оставляя неизменной *t*° перегрева, мы снижаем непрерывно расход топлива на весовую единицу пара. Необходимо при этом подчеркнуть, что экономия в топливе, получаемая на весовую единицу пара при повышении давления, вообще весьма незначительна. Так, при повышении давления с 15 *atm* раб. до 80, при неизменной темп-ре перегрева 400°, экономия топлива составляет всего ~3,3%. Поэтому главная выгода от применения пара высокого давления лежит не в области котельной установки, а в области парового двигателя (см. *Паровые машины и Турбины паровые*). При данных выше условиях адиабатический перепад при давлении в конденсаторе в 0,05 *atm* абс. составит соответственно 240 и 288 Cal/kg, что при учете незначительного возрастания потерь с увеличением давления даст общую экономию на 1 kWh около 16%. Более выгодно применение пара в установках с использованием отработанного пара для нагревания или отопления. В этом случае при пользовании паром в 80 *atm* общий коэф. использования тепла пара доходит до ~70%. Во избежание значительной влажности пара в последних ступенях турбины высокого давления часто применяют промежуточный перегрев пара, причем пар из последних ступеней турбины высокого давления отводится во вторичный перегреватель, перегревается в нем и затем направляется в следующую часть турбины. Выгода применения вторичного перегрева заключается в том, что затраченное тепло почти полностью используется в турбине. Промежуточный перегрев дает 1—3% экономии в топливе. Экономичность чисто конденсационных установок высокого давления может быть сильно увеличена путем применения регенеративного процесса, при к-ром часть пара из промежуточных ступеней турбины отвлекается для подогрева питательной воды. Применение этого способа дает экономию в 4—8%. Осуществление регенеративного цикла влечет за собою весьма существенное изменение в общей схеме котельной установки: поскольку подогрев воды производится при помощи пара, обычный водяной экономайзер, работающий на отходящих газах К. п., ста-

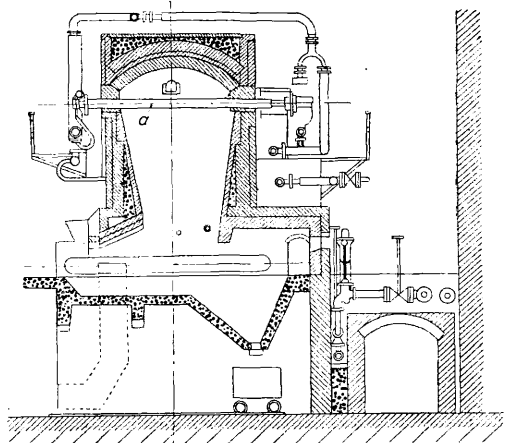
новится либо вовсе ненужным либо поверхность его д. б. значительно уменьшена, т. к. задачей его может явиться лишь небольшой подогрев воды после парового подогревателя (при многоступенчатом подогреве воды паром вода м. б. подогрета до  $130-150^{\circ}$  и выше). Для использования тепла отходящих газов К. п., в этом случае устанавливается воздушный подогреватель, стоимость которого значительно ниже экономайзера. Так как  $t^{\circ}_{\text{кип}}$  воды растет вместе с повышением давления, то в установках высокого давления представляется возможным повысить  $t^{\circ}$  подогрева воды по сравнению с установками низкого давления. Это обстоятельство при отсутствии подогрева промежуточным паром влечет за собой увеличение поверхности подогревателей за счет поверхности К. п., что имеет следствием повышение экономичности всей установки вследствие того, что 1) поверхность нагрева подогревателей стоит дешевле поверхности нагрева самого К. п. и 2) поглощение тепла подогревателями происходит более интенсивно, чем последними ходами К. п., в силу большей разности  $t^{\circ}$  нагревающего тела и нагреваемого. При повышении давления уменьшается уд. объем пара и следовательно увеличивается его уд. вес. Это свойство влечет за собой весьма существенные последствия. 1) Не изменяя скорости течения пара в паропроводах по сравнению с установками низкого давления, можно уменьшать диаметры труб по мере повышения давления, что удешевляет паропроводы. Следует однако заметить, что средние скорости пара по мере повышения давления необходимо понижать для уменьшения потерь. 2) Благодаря увеличению плотности пара улучшается передача тепла от внутренней стенки трубки перегревателя к пару. Это обстоятельство значительно понижает темп-ру наружных стенок трубок перегревателя и уменьшает опасность пережога трубок при весьма высоких  $t^{\circ}$  перегрева пара ( $450^{\circ}$  и выше). 3) Благодаря уменьшению уд. объема пара представляется возможным уменьшить диаметры верхних коллекторов К. п., сохраняя скорость отделения пара от зеркала испарения на той же высоте, как и в К. п. низкого давления. При повышении давления уменьшается аккумулярирующая способность нагретой до  $t^{\circ}_{\text{кип}}$  воды по той причине, что увеличение теплоты жидкости воды при повышении давления на 1 atm замедляется по мере увеличения абсолютного давления. Так, при повышении давления с 15 до 16 atm абс. теплота жидкости 1 кг воды увеличивается на 3,3 Cal, а при повышении с 29 до 30 atm абс. она увеличивается только на 2,1 Cal. В силу указанного К. п. высокого давления обладают значительной чувствительностью к колебаниям нагрузки; это явление усугубляется еще тем, что запас воды в них невелик. Изменение аккумулярирующей способности воды при разных давлениях и при разных величинах падения давления видно из диаграммы фиг. 83 (по Мюнцингеру). Указанное свойство К. п. высокого давления вынуждает включать в схему котельной установки с сильно колеблющейся нагрузкой специальные аккумуляторы (см. *Аккумулярование тепла*).

**Конструкция, материалы.** Конструктивное оформление паровых котлов высокого давления идет в настоящее время по двум основным путям. Первый путь заключается в создании типов, по самому существу своему



Фиг. 83.

отличающихся от обычных, «нормальных», котлов, второй — в переконструировании старых типов вертикально-водотрубных и секционных котлов с учетом специальных требований, предъявляемых к К. п. высокого давления. К числу наиболее интересных

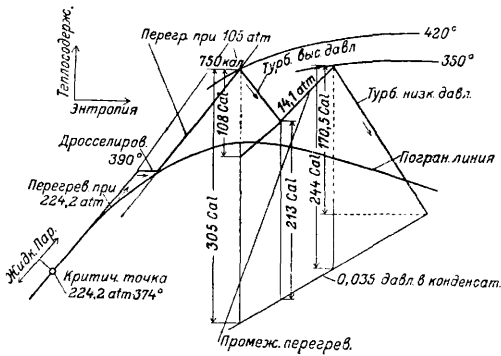


Фиг. 84.

конструкций К. п. первой категории относятся котлы систем Атмос, Бенсона, Лефлера и Шмидта-Гартмана.

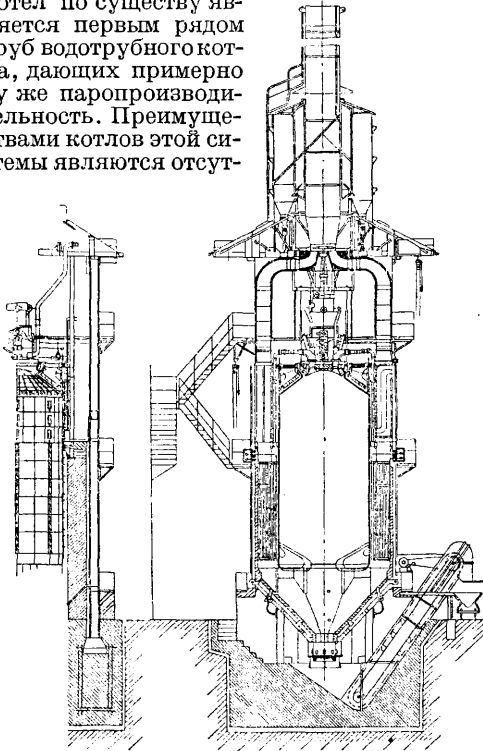
Котел Атмос (фиг. 84) представляет собой систему из нескольких горизонтально расположенных труб  $a$  диам. около 300 мм, вращающихся со скоростью около 300 об/м.

(необходимая мощность мотора—около 1—2 Н на трубу). Трубы расположены в топочном пространстве. Вода подогревается предварительно в экономайзере до  $t^{\circ}_{\text{кип.}}$ , а затем подается в трубы (роторы), в которых под действием центробежной силы прижимается к стенкам, образуя внутри труб



Фиг. 85.

полый цилиндр. Пар затем поступает в перегреватель. Паропроизводительность К. п. регулируется числом оборотов роторов. Котлы строятся на давление 50—100 atm и выше. Паропроизводительность котлов Атмос достигает 300—350 кг/м<sup>2</sup> в час, так как котел по существу является первым рядом труб водотрубного котла, дающих примерно ту же паропроизводительность. Преимуществами котлов этой системы являются отсут-



Фиг. 86.

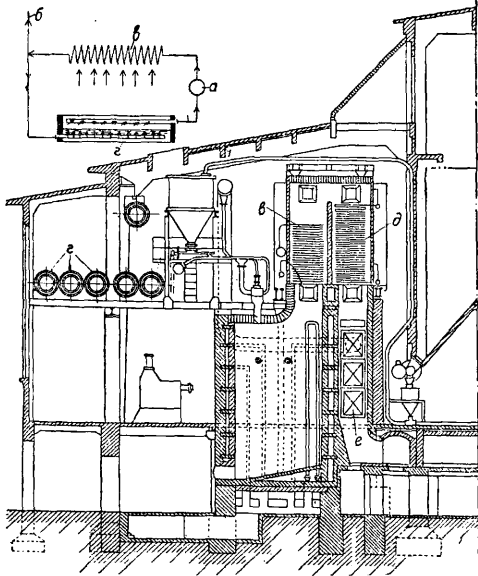
ствие дорого стоящих барабанов большого диаметра, наличие небольшой поверхности нагрева и простая схема циркуляции воды; к недостаткам их относятся значительная сложность механизма вращения и сальни-

ков у концов роторов, а также возможность повреждения роторов при остановке мотора; эти обстоятельства требуют исключительно внимательного ухода за котлом.

Котел Бенсона отличается оригинальностью самого рабочего процесса, изображенного в IS-диаграмме на фиг. 85. Подогретая вода при давлении около 225 atm подается в змеевики, где нагревается до 374°C, после чего мгновенно переходит в пар без затраты тепла на этот переход, т. к. давление 224,2 atm при темп-ре 374°C является критическим; пар в этой точке обладает максимальной теплотой жидкости, около 499 Cal, и тепловой испарения равной нулю. Благодаря этому в К. п. фактически не происходит процесса парообразования и отсутствуют все нежелательные явления, связанные с этим процессом. Пар перегревается далее до 390°C, затем дросселируется приблизительно до 105 atm и вторично перегревается до 420°C. Пар с давлением в 105 atm и  $t^{\circ}$  420°C является рабочим и направляется в турбину. Преимущество котла заключается в отсутствии дорогих барабанов и в относительной безопасности устройства благодаря ничтожному водяному объему. Однако котел отличается крайней чувствительностью к колебаниям нагрузки и к перебивам питания. Кроме того осуществление процесса Бенсона требует несоответственно большого расхода энергии на питательные насосы, т. к. последние должны иметь напор около 250 atm, в то время как рабочий пар имеет давление ок. 100 atm. Конструктивное выполнение К. п. системы Бенсона изображено на фиг. 86.

Котел Лефлера основан на принципе получения пара высокого давления путем непосредственного впуска сильно перегретого пара в неомываемый непосредственно газами барабан испарителя, в к-рый подается подогретая до высокой  $t^{\circ}$  вода. Образующийся в испарителе пар помощью специального насоса направляется в перегреватель, находящийся под действием лучистой теплоты и топочных газов. Перегретый пар из перегревателя направляется частью в турбину, частью в испаритель. Преимущества котла — довольно значительный объем воды в испарителе, отсутствие кипяточных труб, часто являющихся в эксплуатации причиной аварий, отсутствие необходимости в тщательном умягчении питательной воды (испаритель не обогревается горячими газами). Недостаток котла—сложность системы и в частности насоса, отсасывающего из испарителя пар. При остановке насоса может иметь место пережог трубок перегревателя несмотря на наличие специального предохранителя. Этот специальный насос поглощает большое количество энергии, относительно тем большее, чем ниже давление пара. Поэтому котел работает неэкономично при давлении ниже 100 atm (при давлении около 130 atm расход на насос составляет ок. 2% всей выработанной котлом энергии). На фиг. 87 изображены схема котла и его конструктивное выполнение (а—насос, б—паропровод в машину, в—перегреватель, г—испаритель, д—экономайзер, е—воздушный подогреватель).

Котел Шмидта-Гартмана (фиг. 88) состоит из барабана *a* с расположенной в нем системой змеевиков *b*, по которым протекает насыщенный пар, испаряющий воду в барабане. В топочном пространстве котла расположены змеевики *c*, являющиеся продолжением змеевиков, лежащих в барабане



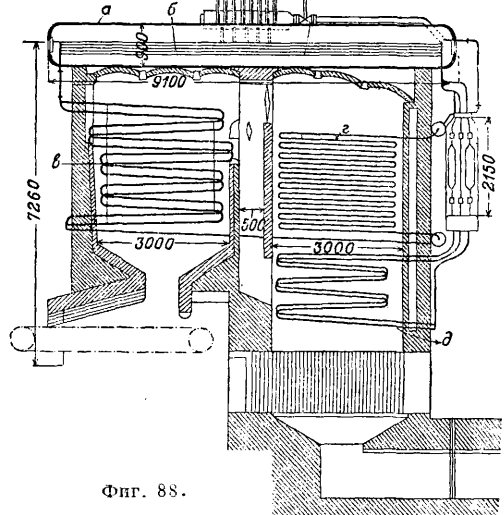
Фиг. 87.

(остальные обозначения: *г* — перегреватель, *д* — экономайзер). В этих змеевиках производится пар, отдающий затем свое тепло воде. Испаряющий пар в змеевиках имеет давление на  $\sim 30 \text{ atm}$  больше давления рабочего пара. Циркуляция в змеевиках происходит естественным путем, в противоположность описанным выше системам, в которых она осуществляется принудительным способом. Преимущества котла — безопас. работа змеевиков, по к-рым течет испаряющий пар (по змеевикам циркулирует непрерывно одна и та же вода), высокий коэффициент теплопередачи от конденсирующегося в змеевиках насыщенного пара, отсутствие омывания барабана горячими газами. Недостатки котла — относительная дороговизна и необходимость держать змеевики под значительно большим давлением, чем рабочий пар.

Построенные по обычному, «нормальному», типу водотрубные К. п. высокого давления (а большинство установок высокого давления снабжаются и по настоящее время именно такими К. п.) имеют ряд конструктивных особенностей, из к-рых главнейшие: 1) незначительное количество барабанов небольшого диаметра (для удешевления); 2) небольшая поверхность нагрева первого газозахода (до перегревателя) с целью получения большого перегрева; 3) отсутствие жестких соединений между отдельными элементами К. п.; с этой целью избегают применения соединительных труб большого диаметра; трубы загигаются радиусом, не меньшим пятикратного наружного диаметра трубы; 4) наличие в гнездах для труб в барабанах, секционных коробках и камерах перегре-

вателя канавок глубиной от 0,5 до 1 мм для большей надежности развальцовки; 5) обязательная надежная изоляция барабанов от воздействия на них горячих газов и лучистой теплоты. Изоляция необходима для уменьшения  $t^\circ$ -ных напряжений материала барабанов, появляющихся вследствие разности  $t^\circ$  наружной и внутренней поверхности стенки и растущих при увеличении ее (при наличии изоляции разность  $t^\circ$  невелика). Следует также указать, что более низкая  $t^\circ$  стенки дает возможность выполнить эту стенку более тонкой, так как напряжение в ней допускается тем большее, чем ниже  $t^\circ$  стенки. Изоляция защищает от газов также места развальцовки труб. Изоляция осуществляется рядом способов, из к-рых главными являются: 1) чугунные пластины; 2) специальные шамотные кирпичи, подвешиваемые к барабанам; 3) система трубок небольшого диаметра, помещенная у барабанов и охлаждаемая водой из котла; 4) набрызгивание (торкретирование) на барабан жидкой смеси из специальной огнеупорной массы и воды при помощи цемент-пушки (наилучший способ). К. п. высокого давления, работающие с высоким напряжением поверхности нагрева, обычно снабжаются водяными экранами, т. е. системой труб, включенной в общую систему циркуляции К. п. и расположенной в топочном пространстве котла. Экраны увеличивают производительность К. п. и понижают температуру стенок топочной камеры и находящихся в ней газов.

Наиболее ответственной частью К. п. являются барабаны. По методу выполнения барабаны можно разделить на следующие типы. 1) Барабаны с продольными клепаными швами и с вклепанными днищами; они



Фиг. 88.

применяются обычно до давления приблизительно  $35 \text{ atm}$ , хотя имеется ряд выполненных клепаных котлов и на давление до  $50 - 80 \text{ atm}$ . 2) Барабаны с продольными сварными швами с приклепанными, приваренными к ним или осажеными из того же листа днищами; эти барабаны применяются для давления до  $40 - 45 \text{ atm}$ ; свариваются они машинным способом. 3) Цельнокованные

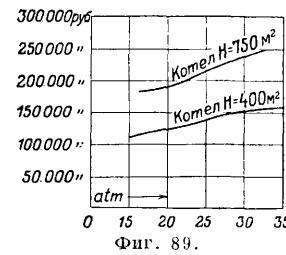
бараны применяются для всех давлений, главн. обр. для давления выше 40—45 atm (см. *Котлостроение*).

**Арматура.** Для уменьшения потерь давления в парозапорных органах последние почти исключительно выполняются как *задвижки* (см.) или как *клапаны* (см.) специального типа. Применения кранов даже самого малого диаметра избегают, заменяя их клапанами. Водомерные приборы выполняются с несколькими стеклами. При очень высоких давлениях применяют специальные приборы без стекол. Запорные органы обычно выполняют так, обр., что шпиндели не находятся в струе пара. В качестве материала для основных деталей арматуры применяют мартеновское литье (для давления до 30—40 atm) или электросталь. Для более высокого давления часто применяют легированную сталь, например молибденовую, причем мелкие детали выполняют обычно отковкой. В качестве уплотнений для соединений применяют клингерит, а также мягкое железо и металл Монеля.

**Регуляторы перегрева и питания и я. К. п.** высокого давления для надежности работы должны снабжаться регуляторами перегрева и питания. Регуляторы перегрева можно разделить на две основные группы: а) воздействующие на перегретый уже пар и предохраняющие только паропровод и турбину от чрезмерного перегрева, т. е. регуляторы, устанавливаемые за перегревателем (трубчатый регулятор, в котором охлаждается перегретый пар поверхностным способом, или впрыскивание распыленной дистиллированной воды в пар), и б) предохраняющие кроме паропровода и турбины также и перегреватель от чрезмерного нагрева (газораспределительные заслонки, комбинации плит у перегревателя для пропуска части газов мимо перегревателя, впрыскивание распыленной воды в пар перед перегревателем и т. д.). Регуляторы целесообразно снабжать автоматами, которые не дают возможности пару перегреться выше определенной температуры. Регуляторы питания имеют назначение автоматически держать определенный уровень воды в К. п., подавая воду в зависимости от режима работы. Основные типы регуляторов основаны либо на принципе поплавка, плавающего на уровне воды и воздействующего при помощи передаточного механизма на степень открытия клапана, либо на принципе трубчатого термостата, заполняемого частью паром, частью водой (в зависимости от уровня воды в К. п.), также воздействующего на степень открытия клапана (регулятор Копес). Применяются также и регуляторы иного типа.

**Экономика.** Выше были указаны основные термодинамические преимущества пара высокого давления. Но выгодность применения установок высокого давления определяется не только теоретич. соображениями, но и целым рядом других обстоятельств, как то: стоимостью, амортизацией, сложностью или простотой обслуживания, степенью надежности и проч. С повышением давления растет и стоимость котлов; стоимость топочного устройства, бункеров, тягового устройства не увеличивается, а в иных случаях,

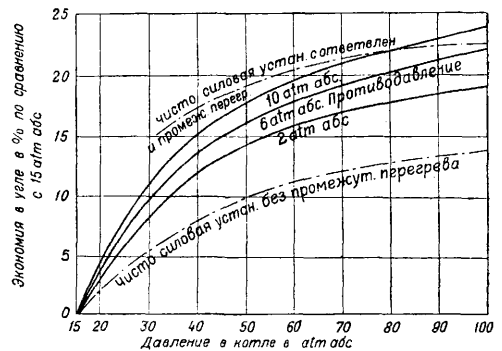
при значительном уменьшении расхода топлива на 1 kWh, даже падает; стоимость паропровода почти не меняется; стоимость же питательных насосов и расход энергии на эксплуатацию их, а также стоимость питательных трубопроводов растут. Для суждения о выгоде применения высокого давления необходимо иметь точные данные о соотношении между величинами амортизации и отчислений на добавочные затраты, с одной стороны, и экономии в стоимости топлива, с другой. Для возможности суждения о стоимости



Фиг. 89.

К. п. советского производства в пределах давлений, применяемых в настоящее время нашими з-дами, на фиг. 89 приведена диаграмма (цены даны для вертикальных водотрубных котлов со всей необходимой арматурой, garniturой, каркасом, перегревателем и механической цепной решеткой с зонным дутьем).

Пар высокого давления применяется в чисто силовых установках, установках с отбором промежуточного пара и с противодавлением. Высокое давление (порядка 90—100 atm) экономически выгодно при высокой стоимости топлива, большом количестве рабочих часов в год и при относительно дешевых котлах. При уменьшении стоимости топлива и количества рабочих часов и при повышении стоимости котлов экономически выгоднее применять более низкое давление. Давление в 40—60 atm при смешанных установках выгодно при всяких условиях работы и всякой стоимости топлива. Экономичность установок высокого давления обуславливается главн. обр. уменьшением расхода топлива. Для определения расхода топлива на 1 kWh необходимо учесть также расход его на питательные и конденсационные насосы и прочее вспомогательное оборудование. На фиг. 90 изображена диаграмма, на



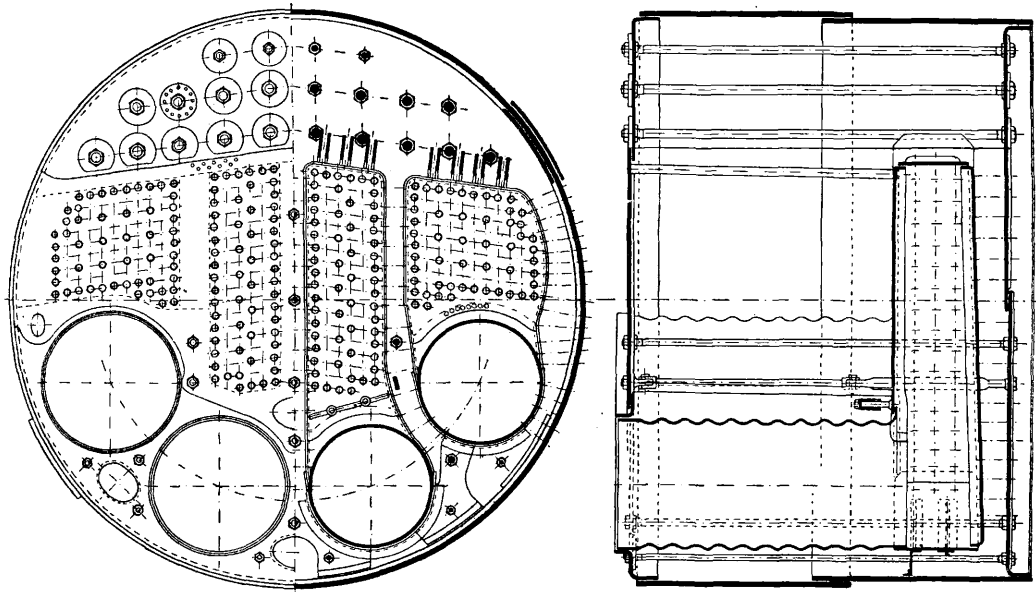
Фиг. 90.

которой нанесены кривые экономии в топливе при разных давлениях при сравнении с давлением 15 atm для силовых установок и для одного частного случая смешанной установки с разными противодавлениями. Для удешевления К. п. необходимо довести число



барабанов и их диаметр до минимума, т. к. стоимость барабанов является одной из основных составляющих общей стоимости паровых котлов. Но стремление к удешевлению К. п. не должно влиять на ухудшение условий работы, так как необходимо обеспечить

доведена до минимума (0,5—1,0° немецких). Не следует рекомендовать пользоваться этим способом при растопке парового котла. Для снижения  $t^\circ$  перегретого пара не следует прибегать к смешиванию его с насыщенным. В крайнем случае при пользовании этим



Фиг. 91.

хотя бы минимум водяного объема (при работе без аккумулятора) и получение достаточно сухого пара. Однобарабанные К. п., осуществляемые гл. обр. в виде секционных К. п. с поперечным барабаном, находят себе достаточно широкое применение и стоят дешевле многобарабанных, но они имеют небольшой объем воды, и при сильно колеблющихся нагрузках эксплуатация их без аккумулятора затруднительна.

**Эксплуатация К. п. высокого давления** требует соблюдения ряда особых условий. Первым и основным требованием является подготовка питательной воды. Во избежание разведения частей К. п. необходимо довести до минимума содержание кислорода в питательной воде. Ориентировочно можно указать, что содержание кислорода приблизительно 1—3 мг в 1 л питательной воды является еще допустимым. Следует заметить, что при высоком давлении разводящее действие кислорода сильнее, чем при обычном давлении. Кроме того вода д. б. умягчена во избежание образования накипи в К. п. Жесткость воды в К. п. должна быть не больше 2° немецких. Для поддержания этой величины кроме умягчения воды необходима тщательная продувка К. п. Следует рекомендовать непрерывную продувку. При растопке К. п. необходимо охлаждать перегреватель. Наилучшим способом следует признать просасывание через него насыщенного пара от соседних работающих К. п. При охлаждении перегревателя водой последняя должна удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к питательной воде, причем жесткость ее д. б.

способом можно допустить, при пропуске части насыщенного пара мимо перегревателя, повышение  $t^\circ$  перегретого пара непосредственно за перегревателем не больше, чем на 30—40° сверх расчетной.

*Лит.:* М ю н ц и н г е р Ф., Пар высокого давления, пер. с нем., Москва, 1926; Г а р т м а н О., Пар высокого давления, пер. с нем., М., 1927; Практика эксплуатации паровых котлов, пер. с нем., Л., 1929; М ü н з и н г е р F., Ruths-Wärmespeicher in Kraftwerken, В., 1922; Speisewasserpflege, hrsg. v. Vereinigung d. Grosskesselbesitzer e. V., Charlottenburg; «Hochdruckdampf», Sonderheft d. «Z. d. VDI», Berlin, 1924 и 1929; «Archiv für die Wärmewirtschaft», В., 1927, 12 (тепловые аккумуляторы); ibidem, 1926, 5 (арматура высокого давления); ibid., 1929, 2 (арматура высокого давления); «Ztschr. d. VDI», 1928, 39, 42, 45 (о котле Лефлера); ibid., 1925, 7 (о котле Атмос); «Die Wärme», В., 1929, 30 (расчет котлов высокого давления); «Kruppsche Monatshefte», Essen, 1925, октябрь (расчет котлов высокого давления); «Hannomag-Nachrichten», Hannover, 1926, Н. 150—151 (расчет котлов высокого давления). С. Шварцман.

#### Судовые К. п.

К. п. судовые служат для питания паром главных и вспомогательных механизмов паровых судов. Они разделяются на два основных типа: 1) цилиндрические, или огнетрубные, и 2) водотрубные, которые в свою очередь бывают с толстыми и тонкими водогрейными трубками.

Цилиндрические судовые К. п. теперь применяются исключительно на коммерч. судах, т. к. они очень тяжелы, требуют большого времени на развозку паров (от 4 до 24 ч. в зависимости от величины), не поддаются большой форсировке (максимальное напряжение поверхности нагрева не превышает 20—25 кг/м<sup>2</sup>) и не очень гибки в перемене режима, как это требуется для

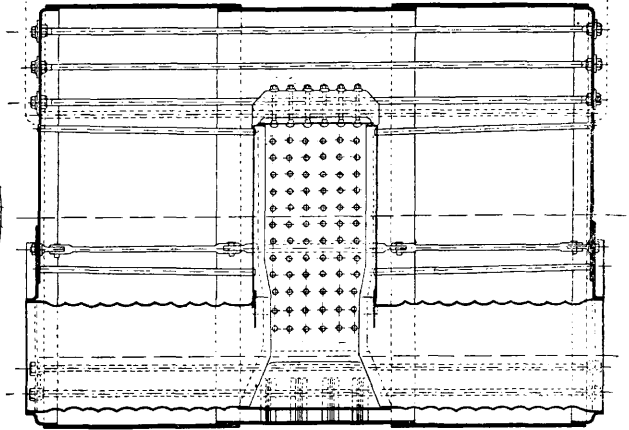
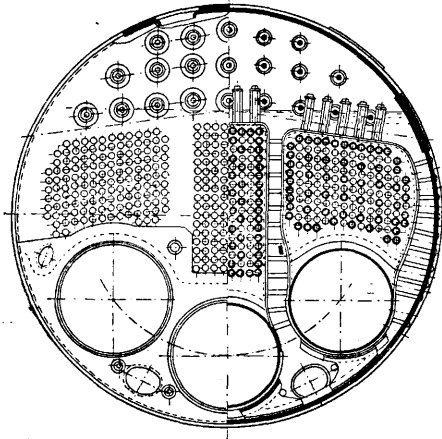
военных кораблей. Большая экономичность, простота обслуживания, малая чувствительность к качеству воды, большие промежутки между чистками, большой объем воды, обеспечивающий равномерное парообразование даже при периодич. сравнительно редком питании топок, делают их весьма удобными для коммерч. судов. Устанавливаются они на всех типах коммерч. судов, начиная от небольших катеров и кончая трансокеанскими пароходами, хотя в настоящее время на быстроходных пассажирских судах предпочитают ставить водотрубные котлы. Цилиндрич. котлы обычно строятся с обратным ходом дыма (фиг. 91), но для речных пароходов, где место по высоте сильно ограничено, приходится применять и прямой ход, развивая размер по длине. Цилиндрич. К. п. с обратным ходом дыма состоит из цилиндрич. барабана, внутри к-рого помещаются 2, 3 или 4 жаровых трубы, оканчивающиеся в огневых ящиках. Дымогарные трубки вальцовываются одним концом в переднюю стенку огневого ящика, другим—в переднюю стенку К. п. На речных судах встречается овальное сечение котла (большая ось вертикальна) вместо круглого, что вызывается ограниченной шириной. Цилиндрич. котлы изготовляются одно- и двухсторонние. Двухсторонние котлы (фиг. 92) несколько легче, но имеют больший объем воды и требуют более внимательного обслуживания в смысле равномерности питания топок. Нагревательная поверхность доходит до 300 м<sup>2</sup> у односторонних и до 600 м<sup>2</sup> у двухсторонних. Нагревательной поверхностью считается: 1) поверхность топок полностью в случае нефтяного или пылевидного топлива и верхняя половина топки от колосниковой решетки в случае твердого топлива (6—8%

зависит от диаметра барабана К. п.; употребительное число топок дано в табл. 5.

Табл. 5.— Число топок цилиндрических судовых котлов.

Диаметр котла в мм	Число топок одностороннего котла	Число топок двухстороннего котла
До 2 700	1	—
» 4 000	2	4
» 4 700	3	6
» 5 200	4	8

Диаметр жаровых труб от 700 до 1 200 мм; длина их в угловых котлах определяется возможностью обслуживания решетки. Жаровые трубы обыкновенно делают сварными, волнистыми. Отношение поверхности нагрева к площади колосниковой решетки  $H/R$  при естественной тяге равно 25—35, при дутье Хоудена 38—43. Часовое количество сжигаемого топлива при естественной тяге доходит до 100 кг, а при дутье Хоудена до 130—140 кг на 1 м<sup>2</sup> колосниковой решетки. Дымогарные трубки ставят простые и связные. Обычно применяются сварные, реже цельнокатаные трубки. Внутренний диам. трубок зависит от величины котла и изменяется в пределах 50—83 мм, длина до 2—2,5 м. Простые трубки развальцовываются в трубных досках, связные—ставятся на резьбе. Толщина связных трубок 5—10 мм, простых 2,5—4 мм. Трубки располагаются или в шахматном или в цепном порядке. Последнее удобнее для чистки, но затрудняет парообразование. Огневой ящик обыкновенно делают отдельным для каждой топки, но в редких случаях и общим. Плоские стенки ящиков подкрепляются короткими связями (анкерными болтами), скрепляющими их с днищем



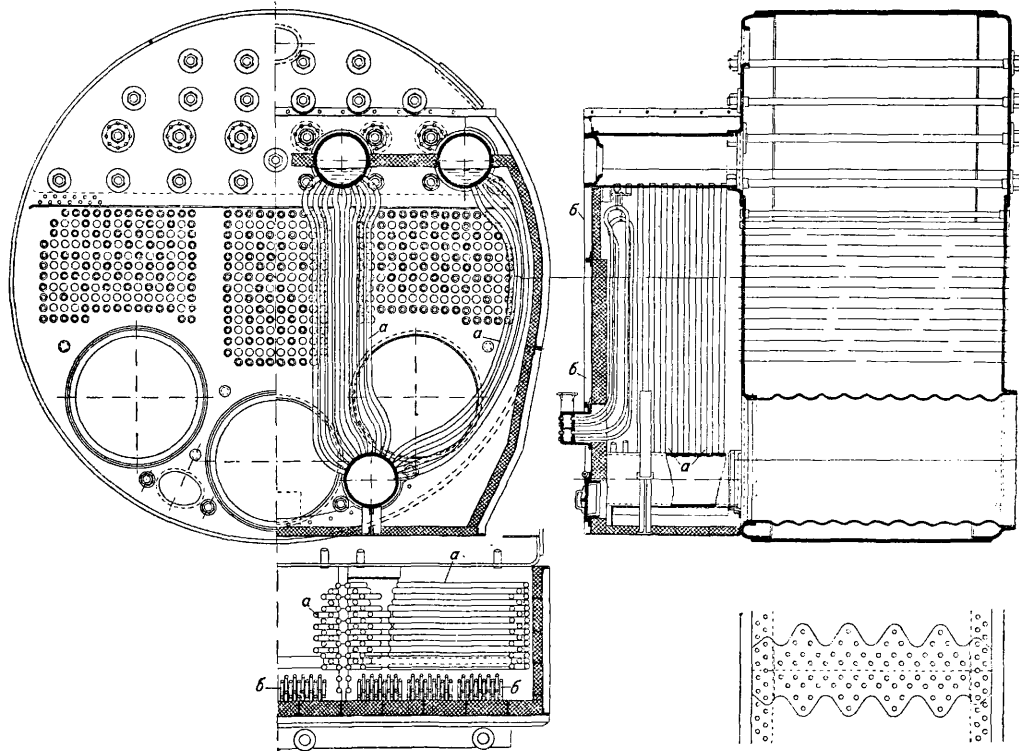
Фиг. 92.

общей поверхности нагрева); 2) поверхность огневого ящика выше борова за вычетом отверстий для трубок (9—12%); 3) поверхность дымогарных трубок по наружному диаметру (79—89%); 4) часть передней стенки, омываемая газами (1,3—2,0%). Диам. цилиндрич. котлов доходит до 5 200 мм, при длине одностороннего до 3 600 мм и двухстороннего до 6 400 мм. Число топок

и барабаном котла, а небо—анкерными скобами. Корпус котла делают из листов, склепываемых продольными швами с накладками в барабаны, к-рые склепываются между собою швами внахлестку. Днища в зависимости от величины делаются из одного или нескольких листов; в последнем случае листы склепываются внахлестку. Край днища отбортовывается для соединения с ба-

рабаном. Днища скрепляются между собою продольными связями. Для очистки и осмотра в барабане котла вырезаются горловины размером 300×400 мм. Для повышения экономичности в некоторых случаях устанавливаются пароперегреватели, состоящие

форсировки вызывает быстрое образование толстого слоя накипи на трубках, что ведет к перегреву металла и разрыву трубок; 2) угольное отопление котлов д. б. методическим, т. е. подача угля должна производиться равномерно через короткие проме-



Фиг. 93.

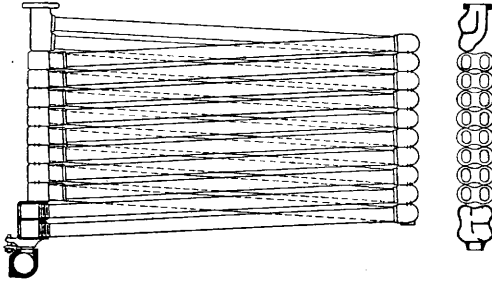
из батарей тонких трубок, расположенных в дымовой коробке, а иногда и внутри дымовых трубок особо крупного диаметра; в каждой трубке помещается одна или две петли перегревателя. Стремление увеличить поверхность нагрева при том же объеме привело к комбинации огнетрубного котла с элементами водогрейных трубок (фиг. 93, *a*—водогрейные трубки, *b*—перегреватель).

Водотрубные К. п. Появление их на судах вызвано требованиями военного флота. Они при том же занимаемом месте обладают большей паропроизводительностью и легче цилиндрических. Малое количество воды в них позволяет быструю разводку пара (нормально  $1\frac{1}{2}$ —2 ч., в экстренных случаях до 30 минут), быструю перемену режима, а конструкция допускает сильную форсировку. Эти котлы получили название невзрывающихся, так как все аварии происходят только с трубками и не вызывают тяжелых повреждений котла, а тем более корабля, тогда как взрывы цилиндрич. котлов неоднократно бывали причиной гибели судов. В настоящее время водотрубные котлы устанавливаются на всех военных судах и на многих быстроходных коммерч. пароходах. Недостатками водотрубных котлов являются: 1) необходимость питания их чистой, опресненной водой, так как даже небольшая солёность воды при больших степенях

жутки времени небольшими порциями; питание водой должно производиться непрерывно, что сильно усложняет уход; 3) котлы требуют частой чистки (выщелачивания) для удаления накипи и масла. Среднее число часов работы между чистками не должно превышать 500—600. Чистка же занимает очень много времени вследствие большого количества трубок.

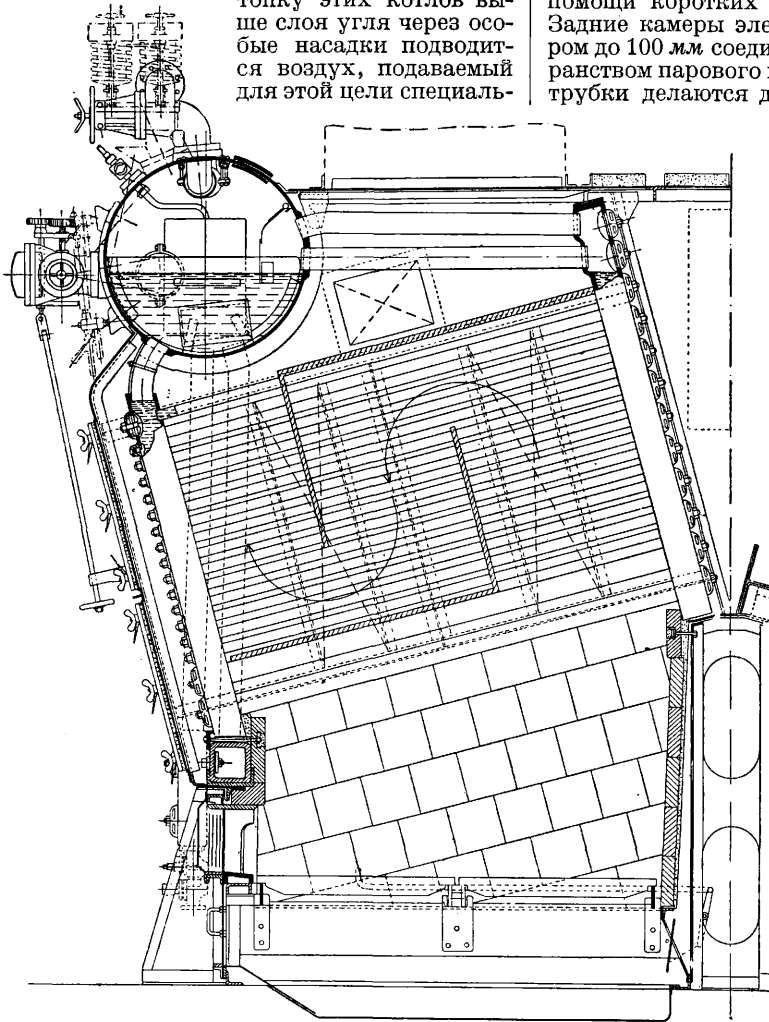
Из водотрубных судовых К. п. с толстыми водогрейными трубками наибольшее распространение получили котлы сист. Бельвилля и Бабкока и Вилькокка. Первые устанавливались до войны на относительно тихоходных военных судах (линейные корабли, крейсера, канонерские лодки, заградители) во Франции, Англии, России и др. (см. *Бельвилля котел*). В настоящее время они устанавливаются преимущественно на франц. пароходах. Котлы Бельвилля отличаются слабой циркуляцией и большой влажностью пара. Отмеченные недостатки были в значительной степени устранены инж. Долголенко, изменившим конструкцию котла т. о., что путь воды в элементе укорачивается вдвое и получается более сухой пар. Фиг. 94 показывает элемент инж. Долголенко в выполнении з-да Бельвилля. Наружный диам. трубок элемента делают от 82 до 115 мм, при толщине их 3,5—4,5 мм. Коробки—из ковкого чугуна. Поверхность

нагрева К. п. без экономайзера—порядка  $150-200 \text{ м}^2$ ,  $H/R \approx 30$ . Интенсивность сжигания при угольном отоплении доходит до



Фиг. 94.

$200 \text{ кг/м}^2$  колосниковой решетки. Нормальное рабочее давление пара— $21 \text{ атм}$ . Для лучшего перемешивания газов с воздухом в топку этих котлов выше слоя угля через особые насадки подводится воздух, подаваемый для этой цели специаль-



Фиг. 95.

ными компрессорами. Котлы паровые Бабкока и Вилькокса (фиг. 95) устанавливались на больших кораблях американского и английского военных флотов. Сейчас они поль-

зуются большой популярностью на коммерческих судах. Паровые котлы этой системы отличаются большой простотой, надежностью, экономичностью и дешевизной. Поверхность нагрева этих К. п. доходит до  $500 \text{ м}^2$ . Интенсивность сжигания при угольном отоплении до  $150 \text{ кг/м}^2$  колосниковой решетки, а при нефтяном отоплении до  $175 \text{ кг/м}^3$  объема топки. Эти котлы состоят из ряда извилистых передних и задних камер (числом до 26), между которыми расположены под углом в  $15^\circ$  водогрейные трубки, закрепленные в стенках камер раскаткой. Передние камеры своей нижней частью соединяются с водяным коллектором прямоугольного сечения. На больших котлах ставят два водяных коллектора—один для правой, другой для левой половины котла; внутренние концы этих коллекторов имеют глухие доньшики. Верхней своей частью передние камеры соединяются с паровым коллектором при помощи коротких патрубков на раскатку. Задние камеры элементов трубками диаметром до  $100 \text{ мм}$  соединяются с паровым пространством парового коллектора. Водогрейные трубки делаются диам. около  $50 \text{ мм}$  за ис-

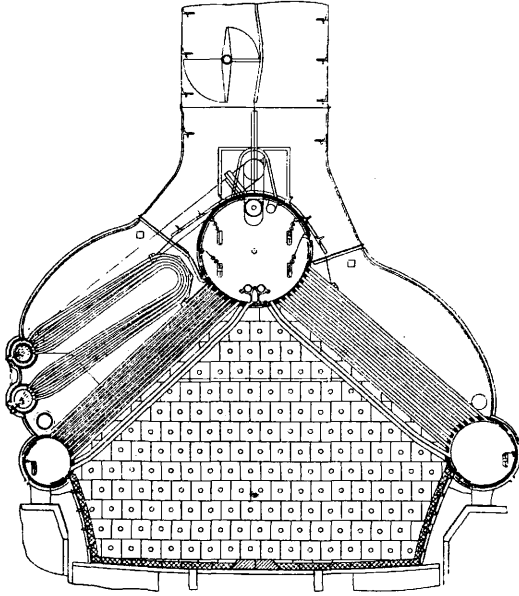
ключением трубок двух нижних рядов, диаметр которых доходит до  $100 \text{ мм}$ . В стенках передних и задних камер устроены горловинки с крышками для развальцовки и чистки трубок. Отопление котла делают угольное, нефтяное или смешанное. В виду того что путь газов в между-трубном пространстве недостаточно длинен, в этих К. п. устанавливают особые перегородки для направления пламени.

Водотрубные К. п. с тонкими трубками и, иначе называемые котлами треугольного типа, являются в настоящее время основным типом для военных судов вследствие своей легкости, огромной производительности и гибкости маневрирования. Наиболее распространенными являются К. п. системы Ярроу, Уайт - Форстера, Торникрофта, Нормана. Котел Ярроу (фиг. 96) отличается прямыми трубками; для удобства развальцовки водогрейных трубок водяные коллекторы делались не круглой формы. Это вызывало неправильные

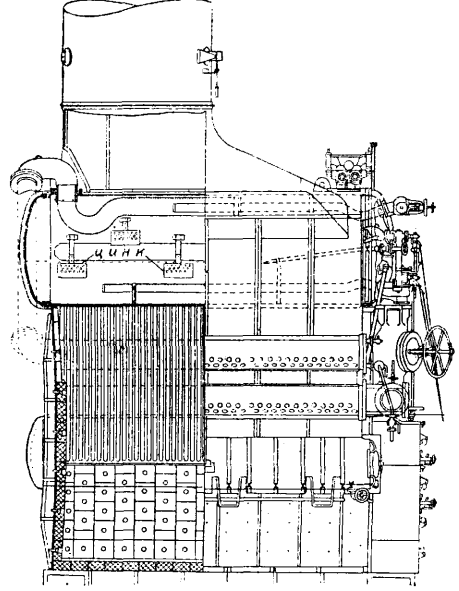
деформации, и при длительной форсированной работе часто появлялась течь в швах. Современный тип строится с круглыми водяными коллекторами. Малые катерные

К. п. строились с водяными коллекторами, у которых нижняя крышка (штампованая) крепились к трубной доске болтами. Видо-

верхности. К. п. Уайт-Форстера (фиг. 97) отличаются изогнутыми трубками и трубами обратной воды большого диаметра. Все

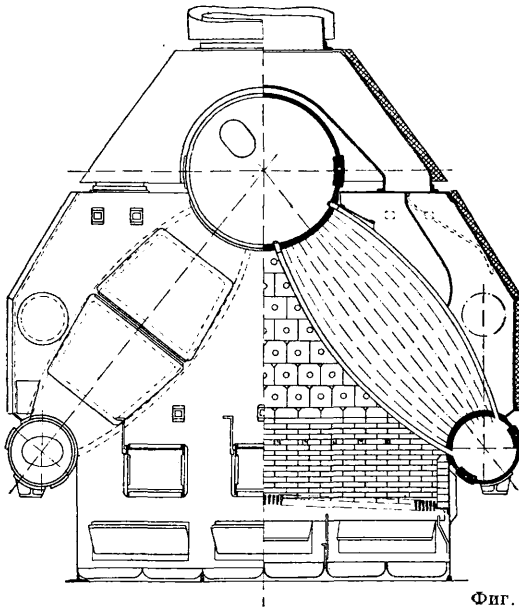


Фиг. 96.

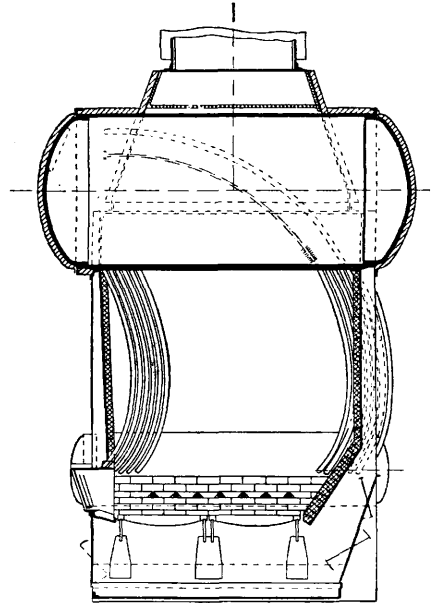


измененный К. п. Ярроу—К. п. английского адмиралтейства, имеет трубы обратной воды (по две штуки с передней стороны на каждом водяном коллекторе), служащие для облегчения циркуляции воды; кроме того два ближайших к топке ряда трубок дела-

трубки изгибаются по дуге одного радиуса в одной плоскости, а при постановке их поворачивают для образования уширенного посредине пучка. Этот К. п. принят для эскадренных миноносцев англ. и американского флотов. К. п. Торникрофта в современном



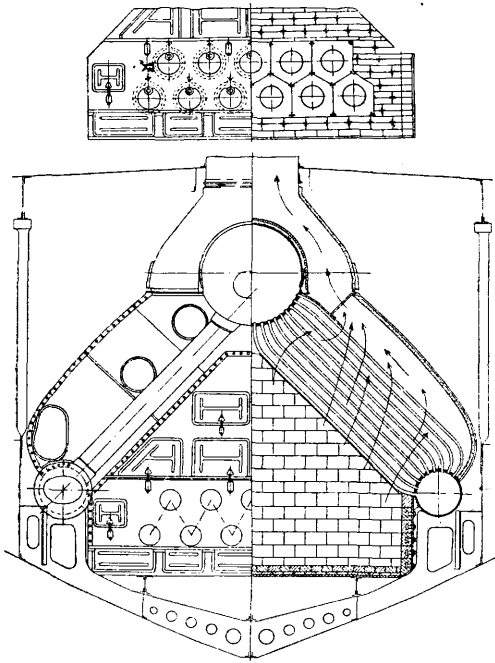
Фиг. 97.



ются с небольшой погибю. К. п. Ярроу—Вулкан имеет круглые водяные коллекторы, трубки в нем делаются прямыми только в средней части, концы же изогнуты по дуге большого радиуса, с целью достижения ввода в водяной коллектор нормально к по-

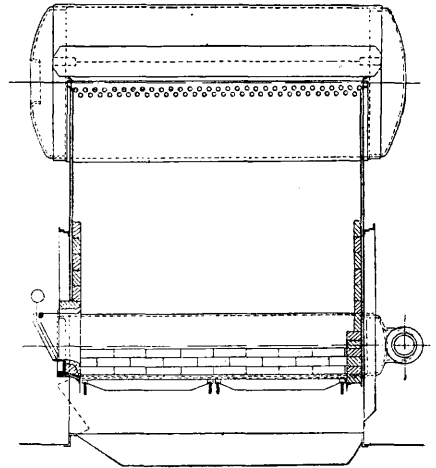
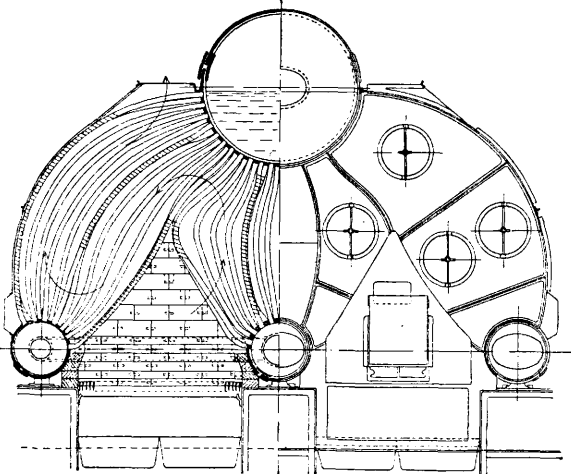
выполнении (фиг. 98) мало отличается от герман. модификации К. п. Ярроу. Раньше для угольного отопления К. п. этой системы строились с 1, 2 или 3 (фиг. 99) водяными коллекторами и сильным изгибом трубок, которые образовывали в двух местах по высо-

те сплошную стенку для направления газов. Котел Нормана (фиг. 100) является основн. типом К. п. французского военного флота.



Фиг. 98.

Главной его особенностью является образование из трубок сплошных стенок для направления газов вдоль оси котла. На военных кораблях котлы треугольного типа применяются сейчас исключительно с нефтяным отоплением и делаются как одно-, так и



Фиг. 99.

двухсторонними. Величина поверхности нагрева доходит до 1 500 м<sup>2</sup>. Наиболее распространенное рабочее давление 18 atm, но имеется тенденция к повышению его, и напр. в итальянском флоте на новых судах давление доведено до 22 atm. Имеются установки с рабочим давлением даже до 40 atm. Паровые коллекторы изготовляются по большей

части клепаными, а водяные—или клепаными или цельноковаными. Штампованные доньшки приклепывают к коллекторам. Для плотности швов в месте крепления доньшек часто применяется уплотнительная сварка продольных швов. Трубки применяются цельнотянутые (последняя протяжка—в холодном состоянии), из очень мягкой стали; иногда трубки оцинковываются. Наружный диаметр водогрейных трубок делают от 25 до 50 мм, толщину стенки—от 2 до 4 мм. Закрепляются они в коллекторах развальцовкой с раздачей концов «на колокольчик». В котлах с нефтяным отоплением большинство з-дов два внутренних ряда трубок делают несколько большего диаметра с большой толщиной стенок, т. к. эти ряды, воспринимая лучистую теплоту, наиболее интенсивно работают. Опытами установлено, что первые ряды трубок испаряют до 50—60% всего пара. Наклон трубок к горизонту делают от 40 до 60°. Все водотрубные котлы закладывают в кожух, состоящий из 2 или 3 слоев листового железа с асбестовой изоляцией и воздушной прослойкой. Кожух делают жестким, чтобы он мог сопротивляться вибрациям корабля и t°-ным напряжениям. Для очистки труб от сажи в кожухе делают дверцы и съемные щиты. Наружные поверхности коллекторов водотрубных котлов и корпусов огнетрубных покрывают изоляцией из асбестовых или асбесто-магнезиальных матрацов. Со стороны топки коллекторы и кожухи водотрубных котлов защищают от действия высокой t° кладкой из легкого огнеупорного кирпича.

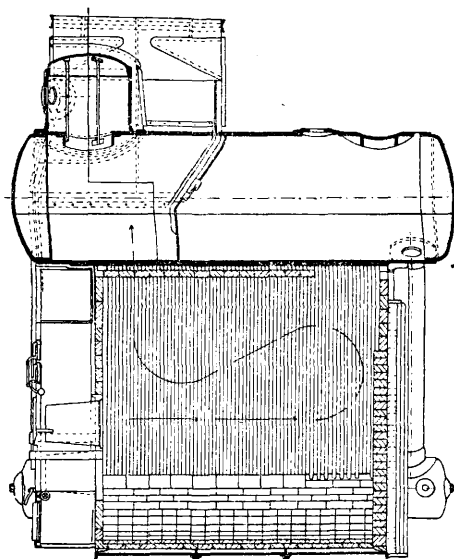
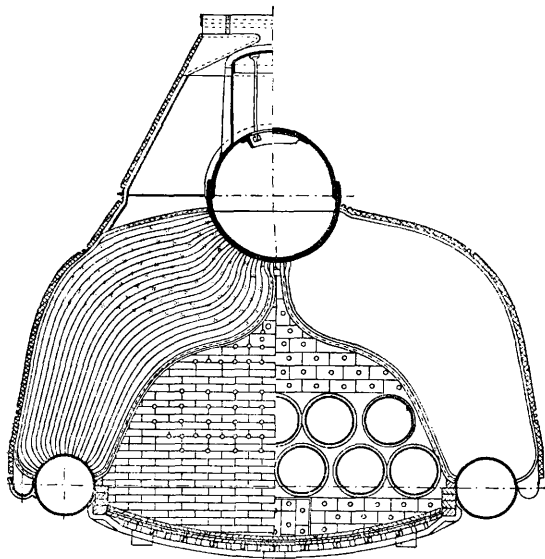
Пароперегреватели устанавливаются в настоящее время на большинстве турбинных судов. Они состоят из трубок того же или несколько меньшего диам., что и водогрейные, обычно согнутых U- или W-образно, и

одного или двух коллекторов. В котлах треугольного типа перегреватели обыкновенно располагаются в одной половине котла, между раздвинутыми рядами одного или обоих пучков (фиг. 96). Перегрев обыкновенно невысокий: 50—70°.

К. п. судов работают при естественной или искусственной тяге; первая применяет-

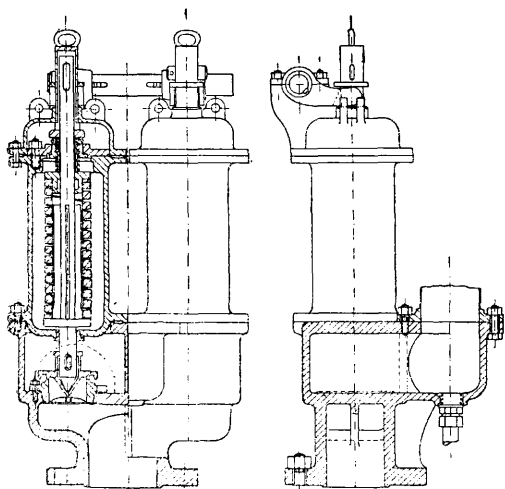
ся исключительно на коммерч. судах. При искусственной тяге воздух подается непосредственно в поддувало или в закрытую

го клапана, 3) вспомогательного стопорного клапана, 4) питательных клапанов с автоматами питания, 5) клапанов продувания, верх-



Фиг. 100.

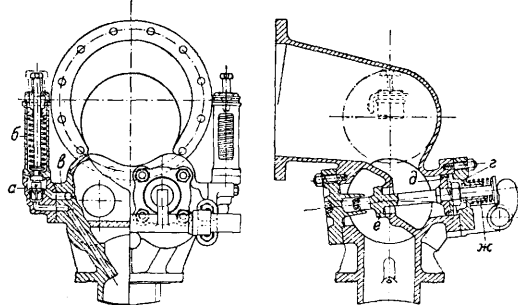
кочегарку. Первый метод практикуется главным образом на коммерческих судах совместно с подогревом воздуха (система Хоудена).



Фиг. 101.

Воздух подогревается до 50—60° прогонкой его вентилятором через подогреватель, расположенный в дымоходе, и нагнетается через закрытые поддувала в топку. В закрытую кочегарку воздух нагнетается турбовентиляторами. Давление доходит до 250—280 мм водяного столба. Арматура судовых К. п. состоит из: 1) предохранительных клапанов, 2) главного стопорно-

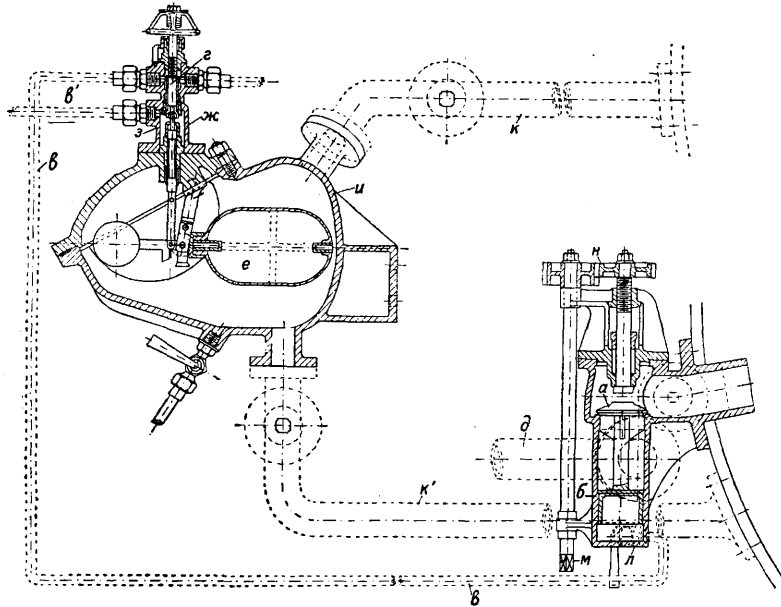
него и нижнего, 6) водомерных стекол, 7) водомерных кранов. Предохранительные клапаны устанавливаются всегда пружинного типа, не менее двух на каждом котле. Диаметр клапана в свету делают не больше 100 мм, и если для получения требуемой площади сечения клапана диаметр выходит из этого предела, то общую площадь распределяют на 3—4 клапана одинаковых размеров. Предохранительный клапан прямого действия показан на фиг. 101. Тарелка клапана прижимается к седлу пружиной, нажатие которой регулируется втулкой, ввертываемой в крышку корпуса клапана. Тарелка клапана имеет вид гриба для увеличения площади, на к-рую в момент подъема действует давление струи пара, вследствие чего увеличивается высота подъема и площадь свободного прохода клапана. На фиг. 102 изображен



Фиг. 102.

предохранительный клапан сист. Кокбурна, у которого отсутствие сильных пружин дает возможность за счет большого подъема клапана уменьшить его диаметр, что обеспечивает лучшую пригонку клапана. Кроме того этот клапан обладает большой чувствительностью и поддается весьма точной ре-

гулировке. Действует он следующим образом: при повышении давления пара выше нормального открывається регулятор. клапан *a* небольшого диаметра, нагруженный сравнительно слабой пружиной *b*, и пар по каналу *в* попадает в полость *г*; так как диаметр поршня *д* больше диам. клапана *e*, то поршень под действием давления пара продвигается влево и открывает клапан *e* для выпуска излишка пара в атмосферу. При понижении давления в котле регуляторный клапан под действием пружины *b* закрывается, доступ свежего пара в атмосферу прекратится, давление в ней понизится вследствие конденсации пара, и клапан *e* закроется под действием слабой пружины *б* и давления пара, прекратив тем самым выпуск пара из котла в атмосферу. Пружина *жс* служит



Фиг. 103.

также для регулировки величины открытия клапана. Предохранительные клапаны должны иметь привод для открытия их вручную (для пробы), выведенный на передний фронт котла, на нижнюю площадку кочегарки. Питание водотрубных К. п. обычно производится в паровой коллектор. Большие форсировки требуют автоматич. питательного устройства; одним из наиболее распространенных является автомат Мумфорда (фиг. 103). Верх. часть автомата, располагаемая на паровом коллекторе, представляет собой обыкновенный невозвратный клапан *a* с поршнем *б*, ходящим в цилиндре с небольшой слабиной. Просачивающаяся через слабины вода отводится по трубе *в, в'* через клапан *жс* во всасывающий трубопровод питательных насосов. Питательная вода от насоса подводится по трубе *д* и через клапан *a* подается в котел. Регулирование подачи воды производится поплавком *e*, действующим на игольчатый клапан *жс*, заключенный в коробке *з*. Корпус коробки *и* трубами *к, к'* сообщается с паровым и водяным пространствами котла. Коробка *и* прикрепляется к

котлу так. обр., чтобы при нормальном уровне воды ось поплавка была горизонтальна. При понижении уровня воды в котле поплавок опускается и закрывает клапан *жс*, останавливая тем самым вытекание просочившейся через поршень *б* воды, вследствие чего давление воды на поршень *б* с обеих сторон уравнивается и клапан *a* под напором питательной воды открывается и дает возможность производить питание парового котла. При поднятии уровня воды в К. п. поплавок, поднимаясь, откроет клапан *жс* и даст возможность воде, собравшейся под поршнем *б*, уйти, вследствие чего давление на поршень *б* возрастет и клапан *a* закроется, прекратив питание котла. В случае неисправного действия поплавкового устройства кран *л* закрывают и регулируют питание вру-

чную, действуя маховичком, насаженным на квадрат *м*, на зубчатую передачу *н*. Седло игольчатого клапана прикреплено к пустотелому шпинделю *г*, снабженному нарезкой и маховичком. Перемещением этого шпинделя можно в некоторых пределах менять высоту уровня воды в К. п. Остальная арматура судовых К. п. не отличается от береговой. На фиг. 104 изображено расположение арматуры и общая схема установки батареи из 4 цилиндров. К. п.; на фигуре обозначено: *a, a*—главные парозапорные клапаны, *б, б*—двойные пружинные предохранительные клапаны, *в, в*—главные питательные клапаны, *г, г*—

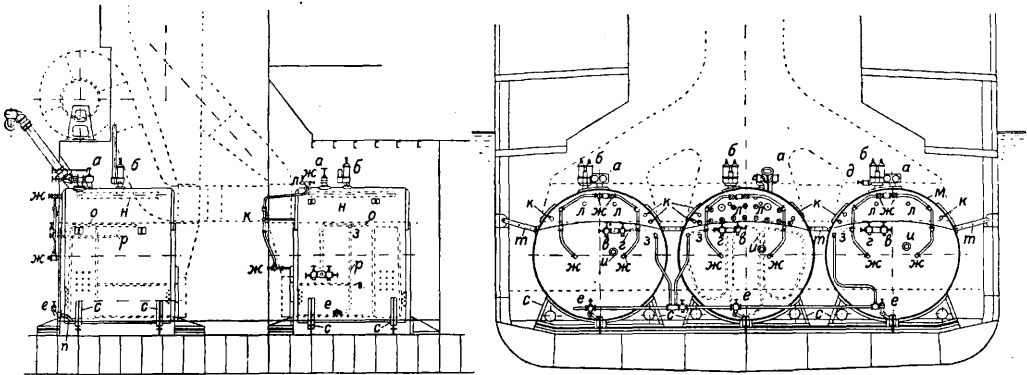
вспомогательные питательные клапаны, *д, д*—клапаны к паровым свисткам, *е, е*—продувочные клапаны, *жс, жс*—клапаны для водометных стекол, *з, з*—краны для спуска пены, *и, и*—пробные соляные клапаны, *к, к*—пробные краны, *л, л*—клапаны для манометров, *м*—парозапорный клапан для осветительной машины, *н, н*—паросборные трубы, *о, о*—питательные трубы, *п, п*—продувочные трубы, *р, р*—трубки для спуска пены, *с, с*—фундаментные подушки, *т, т*—тяги.

Для удовлетворения полной потребности в паре главных механизмов современных судов требуется устанавливать на них батарею К. п., число к-рых доходит до 25. Часто устанавливают вспомогательные К. п. малого размера для питания паром вспомогательных механизмов при стоянке в порту, когда главные паровые котлы не работают. Котлы устанавливают группами (от 1 до 4) в отдельных водонепроницаемых отделениях. Каждое отделение имеет самостоятельные вспомогательные механизмы — питательные насосы (наиболее часто систем Вира и Вортингтона), вентиляторы (чаще всего с паро-

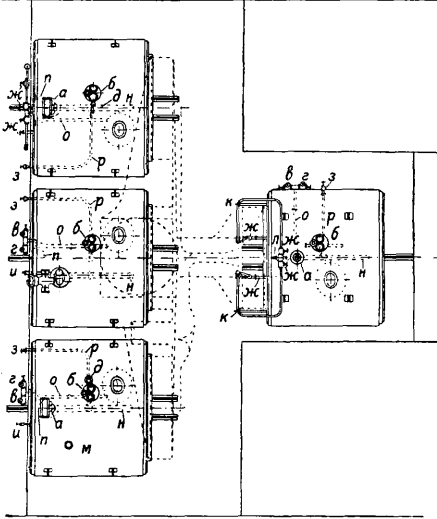


выми турбинами), водонагреватели, а при нефтяном отоплении—нефтяные насосы (систем Вира и Вортингтона), нефтеподогревате-

Чтобы устранить развитие добавочных напряжений, продольн. крепления судна усиливают на протяжении установки котлов. Для



Фиг. 104.

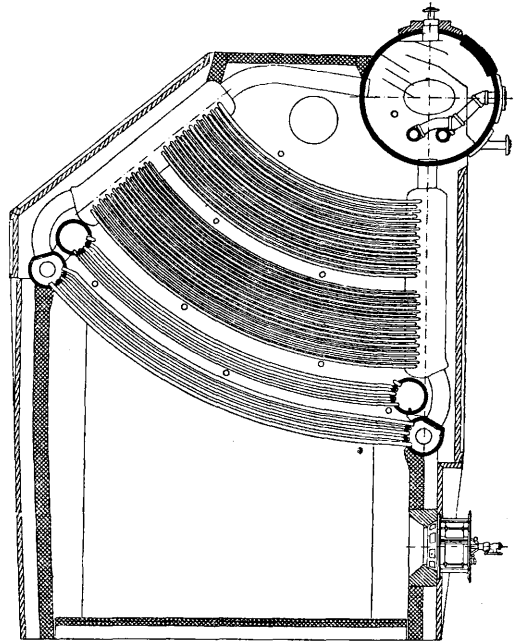


ли, нефтяные фильтры. Во многих случаях применяется центральное управление питанием и нефтью, для чего в машинных отделениях устанавливают главные питательные и нефтяной насосы ротативного типа; тогда в котельных отделениях ставят по одному такому запасному насосу.

В последнее время делаются попытки осуществить на судах паровые установки высокого давления. К. п. системы Ярроу высокого давления работают на пароходе «King George»; К. п. снабжены угольными топками, рабочее давление пара равно  $40 \text{ atm}$ ,  $t^\circ$  пара  $400^\circ$ , подогрев воздуха до  $260^\circ$ ; напряжение поверхности нагрева около  $18\text{--}20 \text{ кг/м}^2 \text{ ч}$ . Котел Бабкока и Вилькокса высокого давления (фиг. 105) испытывается Морским министерством США. Рабочее давление  $42 \text{ atm}$ , поверхность нагрева  $472 \text{ м}^2$ , поверхность перегревателя  $48 \text{ м}^2$ , вес котла  $37 \text{ т}$ . Испытания котла при полном рабочем давлении до сих пор (февраль 1930 года) не опубликованы.

Как общее правило К. п. судовые устанавливаются на судах фронтами к поперечным переборкам. Фундаменты для судовых котлов изготавливаются из толстой листовой стали и прикрепляются к судовому набору.

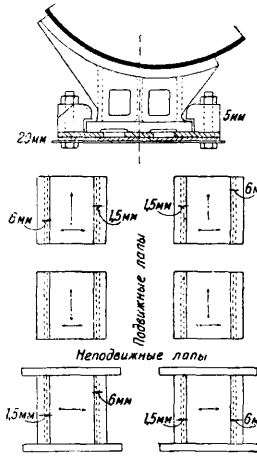
цилиндрических котлов (фиг. 104) верхняя часть фундаментных подушек с вырезается по форме котла и для жесткости обделывается угольниками. В зависимости от веса парового котла число таких подушек колеблется от 2 до 6. С боков подушки связываются железными листами, имеющими вырезы для доступа к котлу. Высоту подушки рассчитывают так, чтобы имелась возможность произвести осмотр нижней части цилиндрич. барабана К. п. Для предупреждения сдвигов К. п. при качке верхнюю часть корпуса связывают с набором судна тягами  $t$  или же удерживают К. п. на своем месте помощью связей, к-рые соединяют нижнюю часть непосредственно с фундаментом. Для пре-



Фиг. 105.

дупреждения продольных перемещений К. п. к днищу судна приклепывают книпы, которые упрутся в лобовые стенки котла. Для

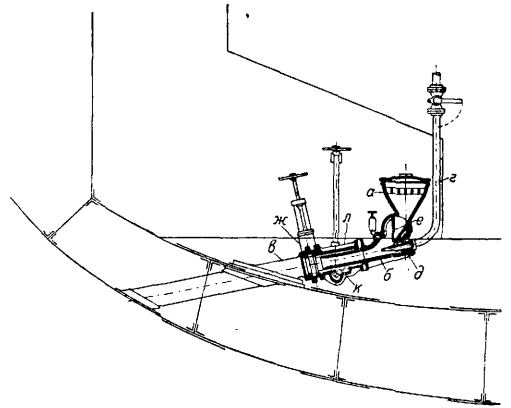
установки К. п. треугольного типа к водяным коллекторам последних приклепывают т. н. лапы (фиг. 106), при помощи к-рых К. п. и устанавливается на фундамент. Верхняя часть фундамента в этом случае делается строганой, и для направления лап при пере-



Фиг. 106.

мещении устанавливаются на болтах боковые направляющие наделки. Зазор между лапой и боковыми наделками дается 5—6 мм на сторону. Одна пара лап заstopоривается от продольного перемещения. Для того чтобы обеспечить свободное перемещение лап, к скользящим поверхностям подводится смазка. В малых котлах вместо направляющих салазков перемещение лап обеспечивается овальными дырами для болтов, крепящих лапы к фундаменту. Для устойчивости котла при качке между паровым коллектором и переборками судна ставятся распорки, не мешающие вертикальному расширению котла при нагревании. Топливо для котлов хранится в случае угольных топок в бортовых и поперечных отсеках (в т. н. бункерах, угольных ямах), окружающих котельные отделения, а в случае нефтяного отопления—в междонных отсеках под котельными и машинными отделениями, а также в бортовых нефтяных ямах. Угольные ямы имеют в котельных отделениях горловины (закрываемые водонепроницаемыми крышками) для подачи угля к котлам и шахты для погрузки угля с верхней палубы. При ручном обслуживании топок уголь из ям подается к котлу в кадках, при топках для сжигания пылевидного топлива или с механич. решетками—при помощи специальных устройств. Провалившаяся в поддувало зола и шлаки при чистке топок выгребаются на площадки перед котлом, откуда они удаляются за борт при помощи мусорного эжектора или мусор-

ной лебедки. Мусорный эжектор (фиг. 107) состоит из чугунной воронки *a*, нижняя часть к-рой тройником *b* соединяется с трубой *в*, отводящей мусор за борт, и с водоотливной трубой *г* от трюмно-пожарного насоса, к-рая присоединяется к сопловой насадке *д*. В нижней части воронки устанавливают клапан *е* («хлопушка») и такой же клапан устанавливают на трубе, отводящей мусор за борт. На этой же трубе между воронкой и невозвратным клапаном устанавливают задвижку *жс*. Для выбрасывания мусора открывают задвижку *жс* на мусороотводящей трубе, причем для предохранения гнезда ее от мусора в отверстие задвижки вводят при помощи рейки и зубчатой передачи *к* кусок трубы *л*; затем открывают клапан на водоотливной трубе (давление воды ~ 20 кг/см<sup>2</sup>) и на решетку, установленную в верхней части воронки, набрасывают золу и шлак, крупные куски которого на



Фиг. 107.

этой решетке разбиваются молотком. Зола и шлак, проваливаясь через решетку, открывают хлопушку воронки и попадают в струю воды, выходящей с большой скоростью из сопловой насадки, и с этой водой уносятся за борт. Когда мусор выброшен, производится прокачка трубопровода эжектора, после чего выдвигают трубу из отверстия задвижки и закрывают ее. При неисправном действии эжектора и стоянках в гавани мусор из коцегарок поднимают электрич. или паро-

Табл. 6.—Результаты испытаний морских водотрубных котлов.

Д а н н ы е	Котел линейного корабля	Котел эснадр. миноносца	Котел крейсера	Котел эснадр. миноносца	Котел крейсера	Котел крейсера	Котел посильного судна
Год испытания . . . . .	1912	1915	1918	1924	1924	1929	1930
Тип котла . . . . .	Бабюка и Вильюкса	Двухсторонний	Уайт-Форстер	Норман	Норман	Экспресс (Бабюка и Вильюкса)	—
Поверхность нагрева, м <sup>2</sup> . . . . .	371,6	964	697	925	1 100	1 105	278,5
Вес (без воды), т . . . . .	31,4	—	43,5	—	—	52,0	—
Объем топки, м <sup>3</sup> . . . . .	12,5	27,8	21,2	32,8	42,0	32,3	9,2
Поверхность перегревателя, м <sup>2</sup> . . . . .	—	—	70	—	—	—	49,4
Перегрев пара, °С . . . . .	—	—	21°	—	—	—	16°
Сожжено нефти, кг/ч . . . . .	2 200	5 218	5 150	5 350	6 440	5 400	1 910
Испарено воды, кг/ч . . . . .	34 000	59 017	78 000	78 550	83 000	84 500	21 920
Рабочее давление пара, атм . . . . .	18	18	18	18	18	20	21
Давление воздуха, мм вод. ст. . . . .	200	124	241	268	275	193	150
Общий кпд, % . . . . .	76,5	78,4	76,2	77,0	74,0	80,3	68,0

выми мусорными лебедками в кадках, через специальные шахты на верхнюю палубу и выбрасывают в баржи, стоящие у борта корабля, т. е. выбрасывание мусора за борт в гаванях и на рейдах запрещается, дабы не засорять фарватера. Результаты испытаний некоторых типов судовых К. п. приведены в табл. 6 (ст. 287—288).

*Лит.:* Деркаченко И. Судовые водотрубные котлы, 3 изд., Кронштадт, 1915; Долголенко В. Я., Конспект к курсу судовых паровых котлов, П., 1924; Погодин А., Курс паровой механики, ч. 1, Паровые котлы, СПб, 1912; Бауэр Г., Расчеты и конструкции судовых машин и котлов, пер. с нем., СПб, 1903; Ситон А. Е., Руководство по проектированию судовых машин и котлов, 2 изд., пер. с англ., СПб, 1907; Вяхирев С. В., Отчет об испытании сдвоенного водотрубного котла для миноносца «Лейтенант Ильин», «Известия по механике части флота», П., 1918, вып. 7; Васильев В., Испытание систем непрямого отопления, произведенное в 1912—13 г. на испытательной станции Балтийского судостр. и механич. завода, там же, вып. 6; е го же, Спецификационные испытания котлов лин. кор. «Севастополь», там же; Dieckhoff H. u. Buchholz H., Berechnen u. Entwerfen d. Schiffskessel, В., 1910; Seaton A. E., A Manual of Marine Engineering, 20 ed., L., 1928; Traill T. W., Boilers, Marine a. Land, their Construction a. Strenght, 5 ed., L., 1920; Stromeyer C. E., Marine Boilers, Management a. Construction, 6 ed., L., 1924; Bauer G., Berechnung u. Konstruktion d. Schiffsmaschinen u. Kessel, Berlin, 1927; Dietrich M., Der moderne Dampfkessel d. Kriegs- u. Handelschiffe, Rostock, 1908; Robertson L., Marine Boilers, their Construction a. Working, L., 1916; Mentz W., Schiffskessel, Handbuch für Konstruktion und Berechnung, В.—Мн., 1907; Hartmann K., Die gesetzlichen Bestimmungen, betreffend die Genehmigung und Untersuchung der Schiffsdampfkessel, Hamburg, 1918; «Journal of the Amer. Society of Naval Engineers», Wash.; «Shipbuilders», L.; «Marine Engineering a. Shipping Age», N. Y.; «Schiffbau», В.; «Werft—Reederei—Hafen», В.

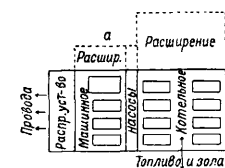
А. Сушилини и Г. Кернер.

### Котельные установки.

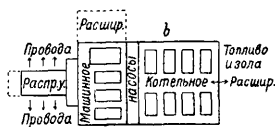
Котельными установками называют всю совокупность аппаратуры, необходимой для надежной и экономичной эксплуатации К. п. К современной котельной установке предъявляются след. требования: 1) она должна быть построена возможно компактно, в интересах максимального сокращения занимаемого места и расходов на здание для нее, однако без ущерба для надежности действия и удобства ухода; 2) оборудование ее должно быть подобрано в полном соответствии с теми условиями, в к-рых она должна будет работать, т. е. в соответствии с видом топлива, с одной стороны, и с требованиями потребителей пара—с другой; 3) типы К. п., их размеры, а также размеры поверхности нагрева водо- и воздухонагревателей д. б. подобраны так, чтобы котельная установка давала наивыгоднейший общий экономический эффект; 4) она должна работать с максимальным коэффициентом использования оборудования, в интересах максимального сокращения капитальных затрат, необходимых для ее сооружения; интенсивность использования оборудования котельной установки не должна однако идти в ущерб полной надежности и безопасности ее работы; 5) котельная установка должна иметь вполне достаточный, однако отнюдь не излишний, резерв в составе своего оборудования; 6) питательная вода не д. б. причиной ненадежности действия и недолговечности котельной установки вследствие содержания вредных примесей; 7) механизация всех операций по питанию и управлению котельной

установки, а также по удалению отбросов д. б. проведена в максимальной экономически оправдывающейся степени; 8) условия человек. труда в котельной установке д. б. в достаточной степени гигиеничны; 9) служебный расход энергии в какой бы то ни было форме д. б. в ней минимальным.

Компактность расположения оборудования является всегда результатом продуманности проекта. В зависимости от числа К. п. последние располагаются в один или в два ряда. При двухрядном расположении (фиг. 108а и 108б) фронты котлов могут быть обращены внутрь или наружу. В первом случае упрощается подача топлива к К. п., но зато получается плохо освещенное рабочее помещение. Во втором случае получают более дорогие сооружения по подаче топлива, но зато более короткие и дешевые центральные боровы и хорошее освещение точных коридоров. В практике двухрядные



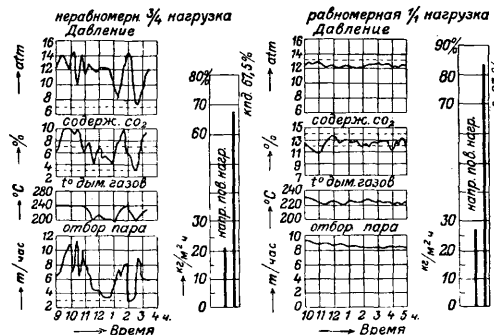
Фиг. 108а.



Фиг. 108б.

котельные с фронтами К. п., обращенными наружу, устраиваются тем не менее редко. На центральных электрических станциях расположение К. п. ставится в зависимость от числа и мощности машинных агрегатов. При агрегатах небольшой мощности применяется параллельное расположение котельной и машинного зала (фиг. 108а). При агрегатах большой мощности приходится применять перпендикулярное расположение котельной и машинного зала (фиг. 108б). Однако техника котлостроения стремится избавиться от последнего расположения путем увеличения размеров отдельных К. п. и путем повышения напряжения поверхности их нагрева. В настоящее время в практику (в Америке) входят К. п. с паропроизводительностью до 250—300 т в час на котел, что дает возможность, даже при самых крупных турбоагрегатах, иметь на каждую турбину не более двух К. п. Котельная средних размеров, до 100—120 т пара в час, при нормальных условиях отдачи пара, всегда м. б. оборудована только четырьмя К. п. соответствующего метража. При этом размер резерва получается вполне достаточным для полной надежности работы котельной установки. Один из К. п. всегда будет при этом в холодном резерве, т. е. в таком резерве, к к-рому не м. б. предъявлены требования вступления в работу в течение 1—2 ч.; другими словами, такой К. п. может быть в чистке, в текущем ремонте и т. д. Нормально нагрузку несут три К. п., работая с наивыгоднейшей средней нагрузкой, при к-рой КПД котлов получается наивысшим. В случае внезапного выхода из строя одного из работающих К. п. два другие, работая форсированно, с так наз. максимальной длительной нагрузкой, которая обычно превышает нормальную наивыгоднейшую на 30—35%, смогут временно, лишь

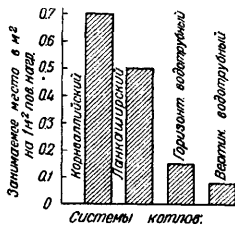
с незначительным ущербом для экономии, поднять всю нагрузку. При современном состоянии техники котлостроения и при правильной эксплуатации К. п., внезапн. выходы из строя К. п. вообще мало вероятны, а если в практике, в особенности в мелких



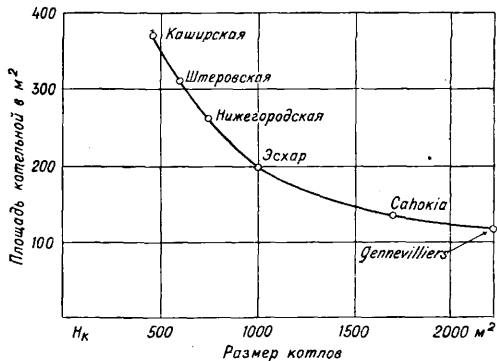
Фиг. 109.

установках, и наблюдаются, то это всецело надо отнести на счет плохой организации дела. Большое число К. п. может потребоваться только в случае очень больших колебаний в расходе пара. Тогда, выводя в горячий резерв лишние котлы, можно поддерживать на достаточно выгодном уровне нагрузку остальных.

Конструкция и экономичность котельной установки вообще очень сильно зависят от графика работы последней. Поэтому надо всегда стремиться к тому, чтобы получить наилучший график, планируя соответствующим образом работу потребителей пара. В практике на эту сторону дела часто не обращают должного внимания и ставят благодаря этому котельную установку в невыгодные условия работы. При неизбежности очень больших колебаний в расходе пара, для выравнивания графика работы прибегают к постановке б. или м. мощных тепловых аккумуляторов (см. *Аккумулярование*



Фиг. 110.

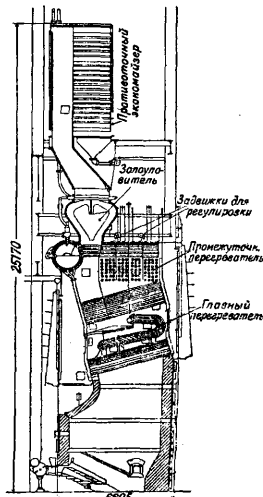


Фиг. 111.

тепла). Фиг. 109 иллюстрирует влияние графика нагрузки котельной установки на кпд последней. Возможность компактного рас-

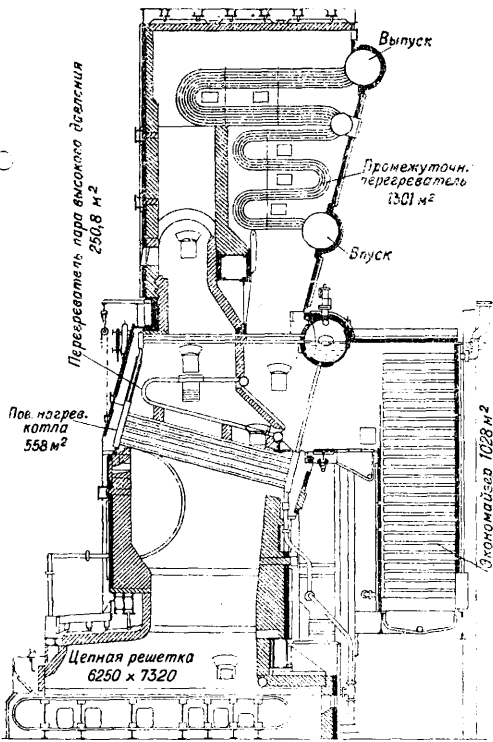
положения оборудования в котельной установке в значительной степени зависит и от конструкции самих К. п. и вспомогательных устройств; напр. устройство в вертикальных водотрубных К. п. пароперегревателей, вынимаемых кверху, в соединении с оборудованием К. п. механич. обдувочными аппаратами позволяет свести до минимума проходы между котлами. При горизонтальных водотрубных К. п., где перегреватели могут вытаскиваться только в сторону, проходы между К. п. должны устраиваться значительно более широкие, до 2—2,5 м. Расстояние от фронта К. п. до стены здания никогда не делается менее 3 м, а в большинстве установок не меньше 5 м, т. к. в противном случае некуда будет вытягивать трубы при ремонте котлов и будет затруднен ремонт топок. Устройства для использования тепла отходящих газов, так наз. экономайзеры, всегда стараются скомбинировать с отдельными паровыми котлами в один общий блок, и лишь при мелких К. п. приходится ставить отдельные центральные экономайзеры, что вызывает разумеется значительное увеличение занимаемого котельной установкой места. Представление о том, насколько сильно зависит размер занимаемого котельной установкой места от типа парового котла, дает фиг. 110. На фиг. 111 представлена зависимость площади котельной от размера котельных единиц. В целях уменьшения занимаемого котельной установкой места за последнее время широко практикуется вертикальное размещение оборудования (фиг. 112 и 113). При таком размещении лучше используется кубатура здания. В хорошо спроектированных крупных котельных установках на 1 м<sup>3</sup> общей кубатуры здания приходится до 10 кг и более часового расхода пара. Диаграммы на фиг. 114 дают представление о том, как велика м. б. разница в компактности котельных установок в зависимости от их размера, типа их оборудования и наконец от талантливости человека, их создавшего (фиг. 114, А—площадь пола котельной в м<sup>2</sup> на 1 000 м<sup>2</sup> поверхности нагрева; фиг. 114, Б—объем здания котельной в м<sup>3</sup> на 1 000 м<sup>2</sup> поверхности нагрева для различных котельных установок СССР, западноевропейских и американских).

Вопрос о правильном подборе размеров отдельных частей общей поверхности нагрева в котельной установке разрешается тепловым расчетом. Данными для расчета являются: 1) часовой расход  $D$  пара определенного давления  $p_k$  и темп-ры перегрева  $t_n$ ; 2) температура  $t_0$  питательной воды, предназначенной для питания котлов;



Фиг. 112.

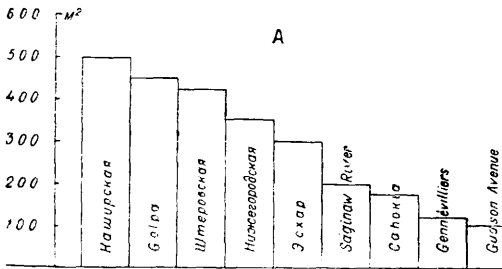
3) род топлива, его средний химическ. состав и рабочая теплопроизводительность  $Q_{н.}^p$ . На основании практического опыта выбирают:



Фиг. 113.

а) тип К. п., перегревателей и экономайзеров; б) тип топок и наиболее выгодные для них:  $\frac{Q}{V}$  — нагрузку топочки. объема в  $Cal/m^3$  час,  $\frac{B}{R}$  или  $\frac{Q}{R}$  — напряжение решетки в  $kg/m^2$  час или  $Cal/m^2$  час и  $\sigma$  — коэф-т прямой отдачи

Площадь пола котельной в  $m^2$  на  $1000m^2$  поверхн. нагрева



где  $V_{г.}$  — объем продуктов горения,  $e_{г.}$  — средн. теплоемкость этих продуктов,  $t_{г.}$  — темп-ра холодного воздуха. Полученные т. о. различные величины потерь с отходящими газами кладут в основание подсчета баланса тепла в различных вариантах.

$Q_1 = Q_{н.}^p - (Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5)$ , где  $Q_1$  — тепло, использованное котельной установкой,  $Q_2$  — потери от химич. неполноты горения,  $Q_3$  — потери от механич. неполноты горения,  $Q_4$  — потери в окружающую среду; все величины — в  $Cal$  на  $1 kg$  топлива, имеющего теплотворную способность  $Q_{н.}^p$ . Потери  $Q_3$  и  $Q_4$  оцениваются на основании опытных данных для выбранного типа топки и условий работы таковой, т. е.  $\frac{Q}{V}$  и  $\frac{Q}{R}$ , а потери  $Q_5$  оцениваются на основании выбранного типа котла. Отношение

$$\frac{Q_1}{Q_{н.}^p} = \eta_y.$$

называют кпд котельной установки. Имея  $\eta_y$ , можно подсчитать часовой расход топлива:

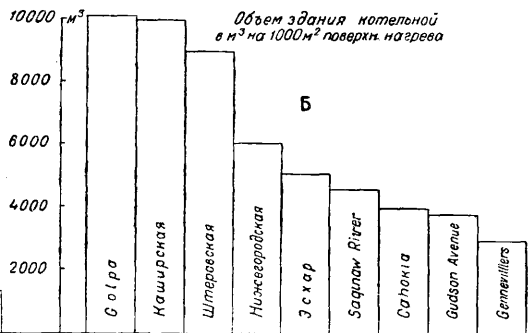
$$B = \frac{D(\lambda - t_a)}{Q_{н.}^p \cdot \eta_y},$$

где  $\lambda$  — теплосодержание пара от  $0^\circ$ , а также и объем продуктов горения топлива при  $0^\circ$  и  $760 mm$

$$V_{г.} = \frac{CP - C'}{0,54(CO_2 + CO)} + \frac{9HP + WP}{80,5} + \frac{WV}{0,805},$$

где  $CP$  — содержание углерода в топливе в вес. %,  $C'$  — потери углерода топлива в вес. %;  $CO_2$  и  $CO$  — содержание (в объемных % углекислоты и окиси углерода в газах;  $HP$  и  $WP$  — %-ное содержание (весовое) водорода и воды в топливе;  $WV$  — расход пара, вводимого в топку для дутья или распыливания в  $kg$  на  $1 kg$  топлива.

Зная часовой расход топлива, можно оценить величину прямой отдачи в топке. На фиг. 115 представлены сравнительн. данные



Фиг. 114.

тепла; в) темп-ру газов перед пароперегревателем, обычно не выше  $700^\circ$ ; г) подогрев воды в экономайзере, предел к-рому ставится темп-рой кипения при заданном давлении пара; д) подогрев воздуха, в зависимости от свойств заданного топлива и конструкции топки. На этих основаниях расчет ведут в следующем порядке. 1) Задают несколькокими  $t^p$  для отходящих газов —  $t_{г.}$  и подсчитывают соответствующие последним потери (в  $Cal/kg$  топлива):

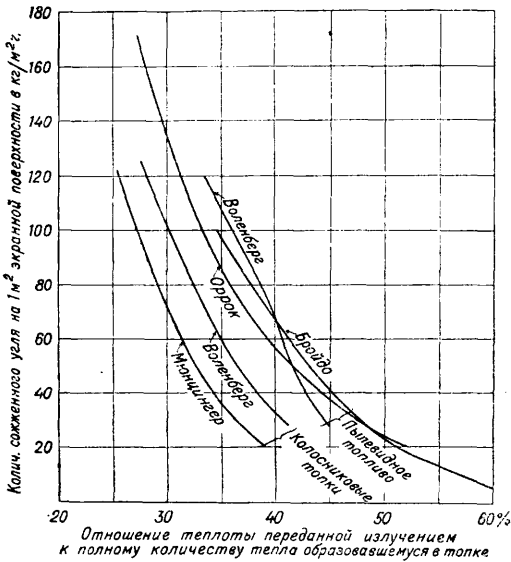
подсчета прямой отдачи по разным методам в зависимости от количества топлива, приходящегося в час на  $1 m^2$  поверхности нагрева, подверженной прямому действию тепловых лучей (см. *Топки*).

Оценив величину прямой отдачи, можно подсчитать среднюю темп-ру газов при входе в первый газодох К. п. Именно:

$$t_1^g = t_{г.} (1 - \sigma) \eta_{м.}$$

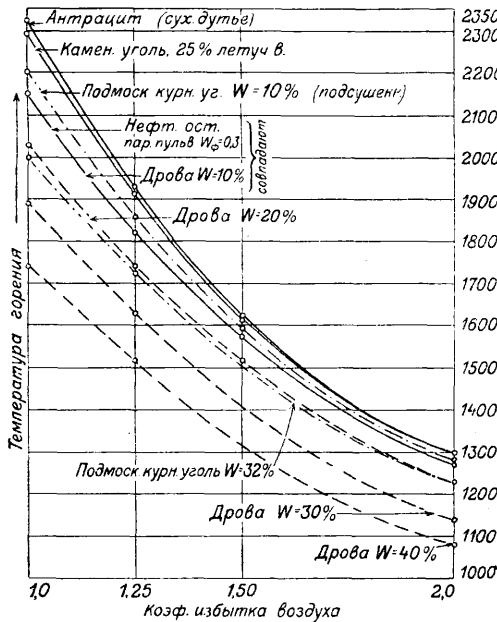
где  $t_{г.}$  — темп-ра горения топлива, зависящая

от избытка воздуха, с к-рым сжигается топливо, и от количества водян. паров  $W$ , получающихся при его сгорании. На фиг. 116 пред-



Фиг. 115.

ставлены кривые изменения  $t_1$  в зависимости от изменения этих двух параметров. По темп-ре входа  $t'_1$  и выход  $t''_1$  первого газо-



Фиг. 116.

хода рассчитывается величина поверхности нагрева  $H_{к.}^I$ , расположенная в нем:

$$H_{к.}^I = \frac{V_1 \cdot C_1 \cdot B}{k_1} \cdot \ln \frac{t'_1 - t_n}{t''_1 - t_n},$$

где  $k_1$  — средний коеф-т теплопередачи первого хода,  $t_n$  — темп-ра воды в К. п. Рассчитав первый ход К. п., можно перейти к расче-

ту поверхности пароперегрева  $H_{пер.}$  по заданной темп-ре перегрева пара. Для этой цели надо решить совместно два уравнения:

а) ур-ие теплопередачи в перегревателе:

$$H_{пер.} = \frac{D \cdot c_{пер.} (t_n - t_n')}{k_{пер.} \left( \frac{t'_{пер.} + t''_{пер.}}{2} - \frac{t_n + t_n'}{2} \right)},$$

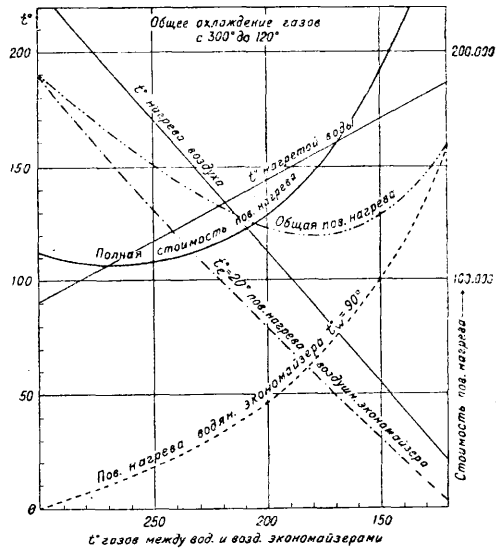
где  $c_{пер.}$  — средняя удельн. теплоемкость 1 кг пара в перегревателе и  $k_{пер.}$  — коеф-т теплопередачи стенок перегревателя;

б) ур-ие баланса тепла для перегревателя:

$$V_1 \cdot C_1 (t'_{пер.} - t''_{пер.}) \mu = \frac{D}{B} \cdot c_{пер.} (t_n - t_n') + \frac{H_{к.} \cdot k'_k \left( \frac{t'_{пер.} + t''_{пер.}}{2} - t_n \right)}{B} + Q_5^{пер.},$$

где  $t'_{пер.}$  и  $t''_{пер.}$  — темп-ры входа и выхода газов в перегревателе,  $t_n$  — температура пара по выходе из пароперегревателя,  $\mu$  — коеф., обозначающий долю газов, протекающих через перегреватель, обычно не более 0,9;  $H_{к.}$  и  $k'_k$  — поверхность нагрева К. п., включенная параллельно с перегревателем, и коеф. теплопередачи для этой поверхности;  $Q_5^{пер.}$  — внешняя потеря тепла в пароперегревателе на 1 кг сгоревшего топлива.

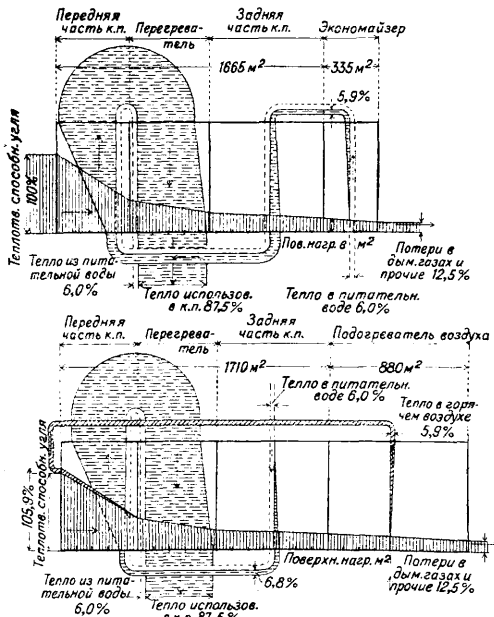
Прежде чем задаваться целью определить задние газоходы К. п., для чего требовалось бы знание темп-ры газов при выходе из К. п., определяют эту темп-ру из расчета водяного или воздушного экономайзеров или комбинации их по принятым темп-рам подогрева питательной воды и воздуха. Расчет этот производится аналогично с расчетом пароперегревателя путем совместного решения двух ур-ий: теплопередачи и баланса тепла. Из этого расчета получают размеры экономайзерных поверхностей нагрева и соответствующие темп-ры газов, необходимые для достижения желательного эффекта подогрева воды и воздуха. На фиг. 117 дан пример



Фиг. 117.

графич. расчета комбинации из воздушного и водяного экономайзеров. Кривая полной

стоимости поверхности нагрева имеет минимум в стороне большого воздушного экономайзера и очень небольшого водяного; другими словами, водяной экономайзер сводится почти на-нет, при возможности использовать тепло отходящих газов на подогрев воздуха. Однако при наличии одного



Фиг. 118.

только воздушного экономайзера, поверхность нагрева котлов выходит больше, чем при наличии одного только водяного экономайзера, при условии одного и того же кпд (фиг. 118).

Зная темп-ру газов при выходе из перегревателя или темп-ру смеси этих газов с газами, прошедшими через параллельный перегреватель газоход К. п., и необходимую темп-ру газов при выходе из котла, можем определить наконец величину поверхности задней части К. п. по ур-ию:

$$H_{к.п.}^{\text{II}} = \frac{V_{г.} \cdot C_{г.} \cdot B}{k_{\text{II}}} \cdot \ln \frac{t_{\text{II}}^{\text{I}} - t_{г.}}{k_{г.} - t_{г.}}$$

Сумма  $H_{к.п.}^{\text{I}}$  и  $H_{к.п.}^{\text{II}}$  дает полную поверхность нагрева К. п.

$$H_{к.п.} = H_{к.п.}^{\text{I}} + H_{к.п.}^{\text{II}}$$

в каждом из вариантов. Выбирается тот вариант, в к-ром сумма расходов на топливо и на амортизацию поверхности нагрева будет наименьшая.

Общую поверхность нагрева для К. п. и экономайзеров распределяют по отдельным единицам по соображениям наилучшего ее использования, в зависимости от существующих нормалей.

Правильно рассчитанная установка будет работать надежно и давать дешевый пар лишь в том случае, если будут правильно разрешены вопросы топливоснабжения, питания и золоудаления.

**Топливоснабжение.** Расходы по хранению и транспорту топлива играют заметную роль в общем бюджете котельной установки и

потому к снижению их всегда следует принимать меры. Для обеспечения от перебоев в доставке топлива устраивают резервные склады топлива. Склады бывают: а) базисные и б) расходные. Базисные склады требуются в тех случаях, когда доставка топлива происходит сезонно (завоз мазута в период навигации, сезонная заготовка дров и торфа). Расходные склады располагают по возможности в ближайшем соседстве с котельной установкой. Необходимый запас топлива на расходном складе обуславливается в каждом частном случае: а) удалением котельной установки от источника снабжения, б) средствами сообщения, в) вероятностью перебоев в снабжении, г) условиями оплаты топлива (в кредит, за наличные) и д) размером начислений на капитал, к-рый вложен в запасах. Местное топливо завозится на расходный склад обычно или гужом или по узкоколейке; дальнепривозное—как правило по ж. д. Разгрузка топлива, поступающего на склад в ж.-д. вагонах, в небольших котельных установках происходит вручную. Специально устроенные вагоны представляют в этом случае большие удобства и значительно удешевляют разгрузку. При большом расходе топлива оправдывается применение механических средств разгрузки: подвижных мостовых кранов с грейферами, опрокидывателей и т. п.

Склады топлива устраивают обычно под открытым небом. Надо однако иметь в виду, что каменные угли молодых формаций, бурые и газовые угли, при хранении на воздухе подвержены процессу разложения, или, как говорят, выветривания. Эти процессы сопровождаются исчезновением водорода и некоторых легко окисляющихся углеродистых соединений. Химические процессы разложения вызывают нагревание угля, которое в свою очередь ускоряет процессы разложения. В конце-концов может произойти самовозгорание угля. Влага способствует усилению процессов разложения только при наличии серного колчедана. В противном случае, как доказано опытами, сырой уголь разлагается не быстрее, чем сухой. Усиленная вентиляция штабелей не предупреждает, а наоборот даже усиливает вероятность самовозгорания. Для предупреждения самовозгорания следует стремиться к возможно более плотной укладке угля в штабелях, для чего рекомендуется разгружать уголь не коническими, а горизонтальными слоями, так как в этом случае промежутки между крупными кусками лучше заполняются мелочью и т. о. затрудняется вентиляция штабеля. В амер. практике применяется хранение каменных углей под водой в целях предупреждения их разложения. Такой способ вполне разрешает вопрос с химич. точки зрения, но не всегда с экономической, так как связан с большими добавочными расходами. Уголь в этом случае перед сжижением д. б. просушен—обычно на воздухе. В целях снижения складских расходов стремятся через склад пропустить минимум топлива, разгружая большую часть его непосредственно в приемный аппарат котельной установки. Таким приемным аппаратом чаще всего являются воронки или ямы, устроенные под ж.-д. путями. Ямы

располагаются на вторых или третьих путях и имеют в некоторых случаях значительную длину, что дает возможность разгружать одновременно от 4 до 6 вагонов. Ямы должны иметь достаточную емкость для обеспечения непрерывности работы связанных с ними транспортных приспособлений. При небольшом расходе топлива разгрузка вагонов производится вручную. В установках большой мощности применяют механические разгрузжатели (см. *Опрокидыватели*). Иногда операцию выгрузки соединяют с операцией взвешивания. Сначала взвешивается вагон с грузом, а затем порожний; разность дает чистый вес сгруженного топлива. В зимнее время топливо может смерзаться в вагонах. Тогда при разгрузке вагонов автоматическ. разгрузжателями необходимо бывает оттаивать слой топлива, прилегающий к стенке вагона, или разбивать смерзшееся топливо механическ. молотком. Из ям топливо поднимается обычно ковшевыми элеваторами в бункеры при К. п. Для распределения топлива по бункерам часто применяются ковшевые транспортеры (см. *Конвейеры*). Помимо ковшевых элеваторов применяют и другие типы, самым примитивным из которых является скребковый конвейер; гусеничные конвейеры представляют собою некое усовершенствование этого простейшего типа. Емкость бункеров выбирается с таким расчетом, чтобы обеспечить работу К. п. на 10—12 час. Из бункеров топливо по рукавам передвигается к загрузочным воронкам топк под действием собственного веса.

**Золоудаление.** В крупных котельных установках, в особенности работающих на многозольном топливе, вопрос удаления отбросов из котельной приобретает большое значение с точки зрения высоты эксплуатационных расходов. В крупных установках даже очень дорого стоящие сооружения для механизации золоудаления оказываются в достаточной степени рентабельными. При применении многозольного топлива как правило золу и шлаки из топки следует удалять не через загрузочное отверстие, а через специально для этой цели устроенные окна, воронки и т. п. При большом количестве золы последнюю предпочтительнее спускать из топк вниз, для чего под топками должны быть устроены специальные помещения — золовой подвал или золовой этаж. Последний способ имеет много преимуществ перед первым и поэтому часто применяется. К. п. с поверхностью нагрева до 400 м<sup>2</sup> имеют обычно одну ручную или механическую топку; котлы же с поверхностью нагрева в 400—800 м<sup>2</sup> — две, обычно механические топки. Под ручными топками устраивается 1 общая золовая воронка, под механическ. топками—2—3 воронки: 1—2—для сбора провала и 1—для сбора шлаков. Кроме того часто устраивают еще воронки для спуска уноса из газоходов в пределах К. п., из экономайзера и из бора. Процесс немеханизированного золоудаления распадается на след. операции.

1) Выпуск золы из воронок. Операция требует ок. 2½ минут времени на топку. Один рабочий, при спуске один раз в час, может обслужить 18 топк, или 9 К. п., а при спуске через 2 часа—36 топк, или

18 К. п. При особо тяжелых условиях работы (теснота помещения, выделение удушливых газов, пыли и т. п.) производительность труда может понизиться в 2—3 раза.

2) Выкатка заполненных золой в агонеток из золового помещения. Время выкатки в каждом частном случае зависит от местных условий, от плана золового помещения, т. е. от средней длины пути, проходимого вагонетками в пределах золового помещения, от уклонов пути, от условий работы, т. е. от  $i^{\circ}$  и чистоты воздуха в помещении, и т. п. Большие уклоны или подъемы на путях движения золовых вагонеток, подъем вагонеток на уровень земли лебедками и т. п. допустимы только в небольших котельных установках. В крупных установках, в особенности работающих на низкоортном многозольном топливе, пол золового помещения лучше располагать на уровне земли. Средняя длина пути вагонеток подсчитывается по следующей ф-ле:

$$l_{cp.} = \frac{\sum z_n (l_n + \alpha a)}{z} + b.$$

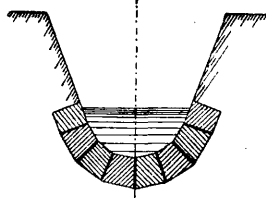
где  $z_n$ —число вагонеток, выкатываемых из-под одного К. п.,  $l_n$ —длина пути от средней воронки до выхода из золового помещения,  $n$ —число поворотных кругов,  $\alpha = 15$ —число  $m$  пути, эквивалентное одному поворотному кругу,  $b$ —длина пути вагонетки вне золового помещения и наконец  $z = \sum z_n$ —общее число вагонеток.

3) Заливка золы водой нужна в южных широтах круглый год, в средних же и северных широтах—только летом. Заливку можно производить или до отправки золы на свалку или на самой свалке. В первом случае не требуется проводить воду к свалке и кроме того холодную золу везти удобнее, чем горячую, зато после заливки зола становится на 20% тяжелее. Один человек может залить в час 20—22 вагонетки, или 80—85 т золы в смену. Расход воды на заливку одной вагонетки равен в среднем 300—350 л. Применяют автоматич. заливку золы непосредственно в золовых воронках.

4) Отвозка золы на свалку. При выборе места для котельной установки всегда следует предусматривать место для свалки золы, если последняя не находит себе какого-нибудь полезного применения, например для засыпки топких мест по дорогам, для планировки усадеб предприятия, как строительный материал и т. п. Большое удаление места свалки от котельной установки может сильно усложнить и удорожить операцию золоудаления. Ручная отвозка золы на свалку оправдывается только при очень близком расположении свалки и при небольших количествах золы. В большинстве случаев практики для этой цели применяют конную тягу, а в крупных установках паровую. При конной тяге среднюю скорость движения можно принять в 6 км/ч, или 100 м/мин. Одна лошадь может вытянуть 4—5 вагонеток емкостью по 400—500 кг, т. е. 1,6—2,5 т (в зависимости от состояния пути и погоды). При каждой лошади нужно иметь одного конювода, на обязанности которого лежит также и наблюдение за вагонетками. Для достижения удовлетворитель-



ной производительности труда при отвозке золы д. б. соблюдены следующие условия: а) профиль рельсового пути не должен иметь слишком крутых подъемов и спусков; б) путь не должен иметь резких изгибов; в) рельсы д. б. достаточно тяжелого типа



Фиг. 119.

и с достаточно солидными скреплениями стыков; г) освещение пути при ночной работе д. б. достаточно интенсивное. При паровой тяге необходимо 2 чел. на каждый паровоз и 1 или 2 сцепщика, наблюдающих за вагонетками. Скорость движения в этом случае м. б. принята в 10—12 км/ч, или 200 м/мин. Один паровоз может брать 30—40 вагонов емкостью до 1,5 т груза.

5) Опораживание вагонов. Продолжительность операции зависит от конструкции вагонеток. Для удобства опораживания кузов вагонетки должен опрокидываться на обе стороны, так как при опрокидывании только в одну сторону высыпается лишь часть золы. Форма кузова должна обеспечивать полное его опораживание при опрокидывании. Нормальная вместимость вагонетки 400—500 кг; при паровой тяге 800—900 кг и даже до 1 300—1 600 кг. В последнем случае разгрузка производится уже не опрокидыванием, а при помощи откидных стенок и части дна. Вагонетку нормального типа опрокидывают 2 чел. Времени для этого требуется 2,65 минуты, считая не только выгрузку, но и приведение вагонетки в исходное положение, а также откатку вагонетки в сторону, прицепку ее к другим и выравнивание вываленной золы. На 1 чел. можно считать в смену 32—33 т выгрузки.

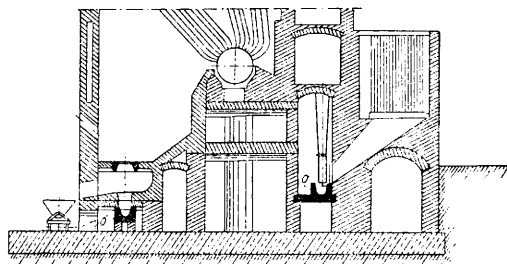
6) Возврат пустых вагонов в котельную производится по мере опораживания всех или только части вагонеток. В последнем случае путь на конце у свалки д. б. разветвлен.

В крупных котельных установках приходится прибегать к частичной или даже полной механизации процессов золоудаления, так как штат зольщиков, в особенности в установках, работающих на низкосортном мазутном топливе, получается настолько громоздким, что при нем трудно становится добиться высокой производительности труда. В нижеприведенной таблице приводятся сравнительные данные о необходимом числе зольщиков в одну смену для котельных установок централей мощностью 40 000 и 100 000 кВт при разных условиях. Из этой таблицы видно, какой цифры может достигнуть число зольщиков в крупной котельной установке, работающей на мазутном топливе, и в какой мере становится выгодной механизация золоудаления в этом случае. Механизацию золоудаления можно проводить при помощи гидравлич. или пневматич. транспорта. Последнее однако требует очень большой затраты энергии и потому в практике применяется редко. Более надежным и рентабельным является гидравлич. способ транспорта золы. Для правиль-

Число зольщиков в 1 смену.

Способ золоудаления	40 000 kW		100 000 kW	
	Топливо			
	нормальное	низко-сортное	нормальное	низко-сортное
Ручное золоудаление (отвозка на свалку конной или паровой тягой) . . . . .	22	110	65	275
Ручной спуск золы и подкатка до подъемника, доставка на свалку канатной тягой . . . . .	16	80	28	152
Гидравлич. или пневматический спуск золы в яму, вычерпывание из ямы механическое, доставка на свалку паровиком, подкатка вагонеток вручную . . . . .	18	60	24	104
Полная механизация золоудаления . . . . .	4	8	8	12

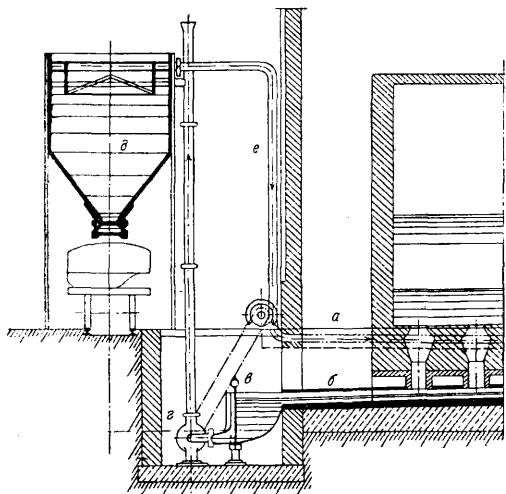
ного функционирования такого устройства зола должна плавать, для чего толщина слоя воды д. б. не менее 12—14 см. Каналам при этом не дают слишком больших уклонов, так как это вызывает чрезмерно большой расход воды; уклон 20 мм на 1 м вполне достаточен. Под канала выкладывается фасонным кирпичом, как показано на фиг. 119. Необходимое количество воды зависит от сечения канала, наклона, а также от принятого режима. При периодич. спуске золы удельный расход воды больше, чем при непрерывном. При непрерывном удалении на каждые 2,5—5 т золы в час из-под 4 К. п. достаточно бывает 200 м<sup>3</sup> воды. Коэф. разжижения колеблется от 22 до 270 г на л. Среднее содержание золы в воде 100 г на л, т. е. коэф. разжижения=10. Темп-ра воды



Фиг. 120.

в каналах не поднимается обычно выше 60°, чаще же держится на 40°. Повышение  $t^{\circ}$  воды ускоряет выпадение осадка. Точно так же действует прибавление к воде извести. Кроме того осадок из известковой воды получается более плотный. На фиг. 120 и 121 даны разрезы подвала котельной установки с 8 К. п. по 713 м<sup>2</sup>, оборудованными гидравлич. золоудалением. Зола из дымоходов котлов и экономайзеров падает в подводящий канал *a*, а из топок в канал *b*, откуда смесь воды и золы стекает в отстойник *c*. Из отстойника смесь забирается золососом *g* и накачивается в циклон *d*, откуда вода по трубе *e* стекает обратно в сборный бак в котельной, а твердая зола направляется вниз

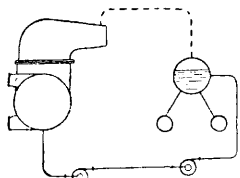
и грузится в вагон для отвозки на свалку. Перед золососом ставится дробилка. Для наблюдения за такой установкой требуется



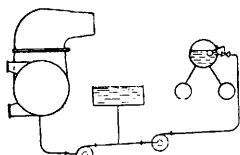
Фиг. 121.

всего 2 чел. в смену. В золовом подвале получается полнейшая чистота. Расход мощности не превышает 15 НР.

**Водоприготовительное отделение и питание К. п.** Подготовка воды для питания К. п. в современных котельных установках играет отнюдь не меньшую роль, чем подача топлива и золоудаление. Природная «сырая» вода вовсе не является таким чистым материалом, который можно было бы безоговорочно без всякой подготовки употреблять для питания К. п., в особенности работающих с большим напряжением поверхности нагрева. Сырая природная вода содержит в себе всегда большее или меньшее количество растворенных в ней солей, которые при нагревании и испарении воды в К. п. выпадают из раствора и осаждаются на стенках К. п., образуя т. н. накипь. Осадок накипи ухудшает, как уже говорилось выше, условия теплопередачи в К. п., создает сопротивление на пути теплового потока, проходящего через стенку К. п., и тем способствует повышению темп-ры стенки со стороны



Фиг. 122.



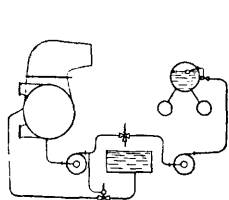
Фиг. 123.

греющих ее газов. При значительном слое накипи  $t^\circ$  стенки К. п. может достигнуть величины, опасной для ее прочности. Поэтому в современных котельных установках, работающих с большим напряжением поверхности нагрева, не питают котлов сырой водой. Для питания К. п. стараются применять чистый конденсат пара, который возвращается в котельную или из конденсатора

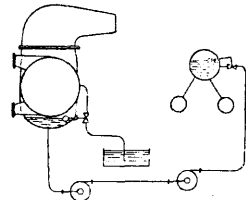
турбины или от потребителей пара в производстве. Однако, в силу неизбежных потерь, 100%-ного возврата испаренной в К. п. воды в виде конденсата быть не может, вследствие чего приходится всегда добавлять к конденсату некоторое количество свежей воды. Делать такую добавку сырой неочищенной водой допускается только в неотвечественных случаях, например при ненапряженно работающих мелких К. п. В остальных случаях и добавочная вода обязательно должна подвергаться предварительной очистке. Очистка воды производится или пропуском ее через химические водоочистители (см. *Вода*) или в специальных испарителях. К последнему способу прибегают в том случае, если количество добавочной воды невелико. Помимо накипеобразователей в воде всегда растворен в большом или меньшем количестве воздух, другими словами—кислород. Кислород этот при нагревании воды до точки кипения выделяется из нее, приходит в соприкосновение с металлич. стенками К. п. и экономайзеров, которые им разъедаются, притом тем интенсивнее, чем чище эти стенки. Поэтому, принимая меры к очистке питательной воды от накипеобразователей, нужно в то же время озаботиться и об удалении из нее растворенного в ней воздуха. Это делается в особых аппаратах, так назыв. дегазерах, или дезаэрааторах. В новейших котельных установках центральных станций водоприготовление для питания К. п. ставят в теснейшую связь с работой паровых турбин, термич. кнд которых значительно повышается при использовании части отработавшего в той или иной ступени пара на подогрев питательной воды для К. п., иными словами—при применении в турбинах регенеративного процесса. Поэтому схема питания в котельных установках всегда неразрывно связана с общей схемой паро- и водопроводов. На фиг. 122—123 дан ряд схем питания К. п. Самый простой и примитивный способ питания К. п. конденсатом из турбины показан на фиг. 122. Недостатком, исключая возможность его практич. применения, является отсутствие промежуточной емкости между конденсатным насосом у турбины и питательным насосом у К. п. и отсутствие метода контроля поступления воды в К. п. Более правильной и гибкой является схема на фиг. 123, по к-рой в питательную линию между конденсатным и питательным насосом вводится расширительный бак, к-рый позволяет выравнивать возможные колебания количества воды в потоке и автоматически регулировать уровень воды в К. п. Недостатком этой схемы является поглощение воздуха конденсатом в открытом баке.

Более сложным решением задачи является возвращение к закрытой системе питания по схеме фиг. 124 с автоматич. водосливом из расширительного бака и добавлением воды в конденсатор. Автоматич. клапаны добавочной и сливной воды приводятся в действие поплавковым реле, расположенным в конденсаторе или в присоединенном к этому последнему сборном колодце. Автоматические клапаны работают т. о., что со стороны всасывания конденсатного насоса поддержи-

вается всегда определенный уровень воды. Распределение воды в потоке контролируется автоматич. регулятором питания на К. п. Если в потоке имеется избыточное количество воды, то конденсатный насос не забирает воду из конденсатора, т. к. подача воды в К. п. регулируется автоматич. питательным клапаном. Тогда уровень воды в конденсаторе начнет увеличиваться, что заставит подействовать реле и даст возможность избыточному количеству воды сливаться из расширительного бака в бак для питательной воды. Если же, наоборот, в конденсаторе не будет хватать воды, то уровень воды там упадет и реле подействует на вентиль добавочной воды, откроет его и даст возможность воде из питательного бака пойти в конденсатор, освободиться там от воздуха и пойти дальше на питание К. п. На фиг. 125 приведена распространенная в судовых котельных установках питательная схема с «внутренней емкостью», при к-рой конденсатор выполняется так, что в его нижней части можно собрать достаточное количество воды для выравнивания колебаний нагрузки. Добавочная вода из особого бака, в к-рый собирается вся вода из дренажа, проходит в конденсатор через автоматич. вентиль, управляемый поплавком в сборном резервуаре конденсатора. Все приведенные выше схемы питания



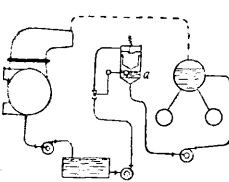
Фиг. 124.



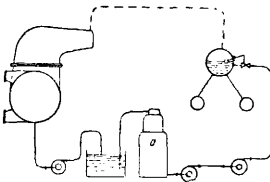
Фиг. 125.

предусматривают дегазирование воды в конденсаторе, для чего требуется, чтобы воздушный насос и конденсатор были приспособлены к такой добавочной нагрузке. Содержание кислорода в питательной воде, прошедшей через конденсатор хорошей конструкции, д. б. не более 0,05 см<sup>3</sup> на 1 л.

Открытые системы питания, с пропуском всей воды через дегазер *a*, показаны на фиг. 126, 127 и особых пояснений не требуют. Разница между двумя последними схемами только в том, что по первой схеме дегазер д. б. расположен минимум на 9 м выше питательного насоса во избежание испарения воды в последнем, тогда как во второй для подачи



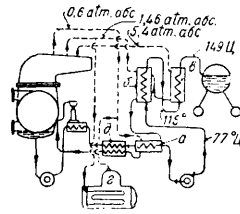
Фиг. 126.



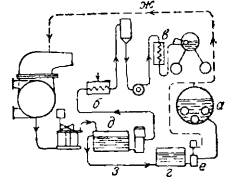
Фиг. 127.

воды из дегазера, устанавливаемого на одном уровне с насосом, добавляется еще один перекачивающий промежуточный насос. На фиг. 128 дана довольно распространенная схема питания с тройным подогревом воды в подогревателях *a*, *b* и *в* и с однокорпус-

ным испарителем *г*, включенным в систему на низком давлении 1,4 atm. Приключении испарителя на возможно более низком давлении необходимо всегда рекомендовать, исходя из соображений получения более мягкой накипи и лучшего теплообмена. Для

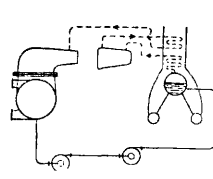


Фиг. 128.

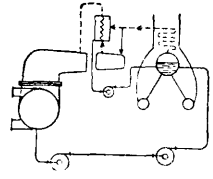


Фиг. 129.

улучшения общего экономич. эффекта добавлен подогреватель *б* для подогрева конденсата из турбины сборным конденсатом из подогревателей. В новейших судовых установках высокого давления применяется довольно оригинальная схема (фиг. 129), суть которой заключается в применении К. п. низкого давления *a* для получения добавочной питательной воды из морской воды. Система питания—открытая, с двумя подогревателями: низкого давления *б* и высокого давления *в*. Подогреватель *б* получает выхлопной пар от машин вспомогательных судовых механизмов и отдает конденсат во вспомогательный резервуар *г*, тогда как подогреватель высокого давления *в* получает пар от К. п. низкого давления *a* и отдает свой конденсат в питательный бак *д*. Т. о. весь конденсат, содержащий масло, не попадает в систему высокого давления. Питание К. п. низкого давления производится насосом *е* из вспомогательного резервуара *г*. Пар из К. п. низкого давления с давлением 14 atm через редуктор подводится по трубопроводу *жс* к ресиверу главной турбины. Конденсат из турбины эжектором



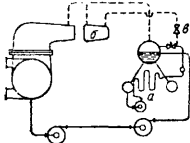
Фиг. 130.



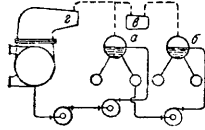
Фиг. 131.

подается в питательный бак, где он подерживается на определенном уровне; избыток воды сверх этого уровня перетекает по трубе *з* в вспомогательный резервуар *г*, откуда вода забирается в К. п. низкого давления. При работе промежуточным перегревом применимы схемы, данные на фиг. 130 и 131. По первой из этих схем вторичный перегрев совершается в К. п. при помощи дымовых газов, тогда как по второй выходящий из турбины высокого давления пар вторично перегревается основным паром высокого давления. Схемы питания с параллельной работой К. п. высокого и низкого давления приведены на фиг. 132 и 133. По первой из этих схем питательная вода забирается насосом из барабанов одного из К. п. низкого давления и подается в змеевиковый К. п. *a*

высокого давления, пар из которого поступает в турбину высокого давления б. Выхлопной пар из нее, смешиваясь с паром из К. п. низкого давления и подогреваясь вследствие этого, поступает в турбину низкого давления. Пар к турбине высокого давления поступает через вентиль в, тогда как дроссельный клапан г должен обеспечивать постоянство режима парового котла а при



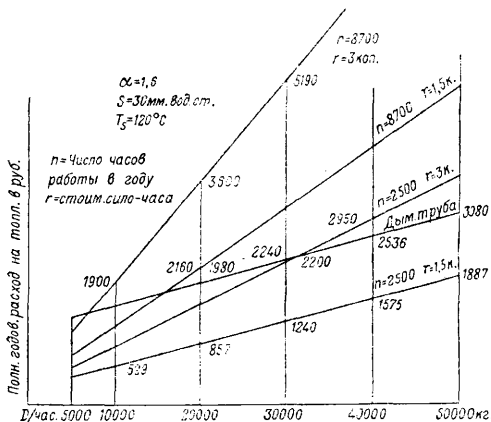
Фиг. 132.



Фиг. 133.

всех колебаниях в расходе пара, проходящего через вентиль в. Наконец на последней схеме показана рационализация ранее существовавшей схемы. Питательный насос забирает воду из барабанов К. п. низкого давления а и подает ее в К. п. высокого давления б. Выхлопной пар турбины высокого давления в, смешиваясь с паром из К. п. низкого давления, поступает дальше к турбине г низкого давления.

**Тяга**, другими словами сила, возбуждающая движение воздуха, необходимого для горения топлива, а также и движение газообразных продуктов этого горения по дымоходам, м. б. получена или без затраты механической работы (естественная тяга) или с затратой механич. работы (механич. тяга). Для создания естественной тяги ставят *дымовые трубы* (см.), механическая же тяга получается при помощи вентиляторов, называемых в этом случае дымососами. Дымовая труба имеет перед дымососом преимущество полной надежности действия и отсутствия каких бы то ни было эксплуатационных расходов, но уступает последнему в отношении



Фиг. 134.

стоимости. На диаграмме фиг. 134 приведено сравнение стоимости естественной и искусственной тяги при разных условиях работы в отношении числа рабочих часов в году, стоимости силы и часовой паропроизводительности котельной установки. Как видно, при непрерывной работе (8 700 ч. в год) труба почти всегда окажется выгоднее дымосо-

са, в особенности же при дорогой энергии. Наоборот: при небольшом числе рабочих часов в году и при дешевой энергии дымосос всегда будет иметь преимущество.

При современных тенденциях к работе с большими напряжениями, сопротивления, которые приходится преодолевать при вводе нужного количества воздуха в топку, получаются как правило довольно значительными—в особенности в тех случаях, когда воздух перед поступлением в топку проводится через подогреватели, что стремятся делать всегда, когда этому не препятствуют свойства сжигаемого топлива. При желании в этих случаях преодолевать сопротивление топок тягой, встречаются с необходимостью держать под большим разрежением весь дымоход, что неизбежно связано с засосом большого количества холодного воздуха в дымоходы, увеличивающим потерю тепла с отходящими газами. Поэтому подачу воздуха к топкам осуществляют теперь чаще всего при помощи дутьевых вентиляторов, нагнетающих воздух, в случае надобности через воздушный подогреватель, в ту или иную часть топочной камеры в зависимости от того, в каком виде и какого рода сжигается топливо. В небольших установках при сжигании антрацита вместо дутьевых вентиляторов применяют иногда пароструйные инжекторы для нагнетания воздуха в поддувальную часть топки. Расход пара на дутье достигает при этом нередко 7—8% общей выработки пара котлом. Поэтому там, где это не вызывается необходимостью, применять паровое дутье не следует. В качестве дутьевых вентиляторов и дымососов применяются чаще всего вентиляторы с колесами турбинного типа—системы Сирокко, Стюарт-евант и т. п.

При больших К. п. на каждый котел ставят отдельные вентилятор и дымосос. Для привода вентиляторов применяются обычно электромоторы с непосредственным соединением. Реже для привода вентиляторов применяются паровые машины и паровые турбины, с обязательным в этих случаях использованием тепла мятого пара на подогрев питательной воды. При электрическом приводе применяются моторы с регулируемой скоростью. Наиболее употребительны асинхронные моторы с переменной числа полюсов и с изменением сопротивления ротора или один из типов коллекторных двигателей. Моторы постоянного тока применяются редко. Хорошие результаты дает привод от двух моторов разной мощности и с переменным числом оборотов. Меньший, более тиходный мотор работает в пределах нормальной нагрузки котла, переключение же на более мощный и более быстходный мотор производится только в периоды форсировки К. п. Мощность обоих моторов определяется соответственно потребной производительности вентилятора и требуемого давления. Устраивают централизованное управление вентиляторными моторами при помощи кнопочной системы: со щита производится пуск моторов в ход, изменение числа оборотов и остановка моторов. Дутьевые вентиляторы устанавливаются обычно ниже пола котельной, иногда же на полу

в самой котельной и реже—в верхней части котельной на особых площадках вместе с дымососами. Воздух забирается вентиляторами и обычно из котельного помещения, что вызывает хорошую вентиляцию котельной. Механическую вентиляторную тягу непрямого действия с воздушным эжектором применяют редко, а часть тех же газов, т. е. непосредственно действующие дымососы выходят в этих случаях настолько громоздкими, что размещение их подчас представляет известные затруднения.

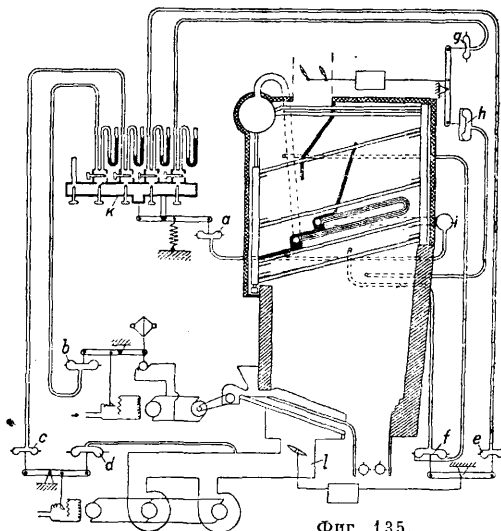
Подогреватели воздуха, см. *Экономайзеры*.

**Автоматическая регулировка работы.** Установка контрольных приборов дает возможность персоналу быстро и точно учитывать все изменения в условиях нагрузки К. п. и соответствующими мерами согласовывать с требуемой нагрузкой подачу топлива и количество вводимого в топку воздуха. Способы изменения скорости тяговых и топочных моторов на расстоянии дают возможность кочегару, не отходя от фронта котла и имея все время перед глазами контрольные приборы, производить всевозможные манипуляции управления К. п. Поскольку однако процесс регулировки К. п. находится при этом все-таки в человеческих руках, в работе К. п. остается неустранимым целый ряд дефектов, понижающих их кпд. Понятно поэтому стремление в крупных установках приспособить для регулировки К. п. не человека, а механизм, работа которого была бы более точной и более совершенной, чем работа человека. Показателем того, что такие автоматы, регуляторы достигают своей цели, служит тот факт, что средний кпд котельных установок, оборудованных ими, отличается всего лишь на 2% от наивысшего кпд, полученного в этих установках при «парадных» испытаниях. Другим весьма ценным достоинством автоматич. регулирования является возможность значительного уменьшения персонала, необходимого для обслуживания котельн. установки. При высоких ставках заработной платы это обстоятельство имеет немаловажное значение и вполне компенсирует стоимость автоматических регуляторов при крупных К. п. Автоматические регуляторы применяются для топок различных систем, работающих на газе, на жидком топливе, на пыли и даже на кусковом топливе.

Регулированию подлежат обычно 1) подача топлива и 2) подача воздуха в топку. Эти факторы не только меняются порознь в зависимости от нагрузки котельной установки, но и связаны взаимной зависимостью. Автоматическое регулирование осуществляется двумя принципиально отличающимися системами. Одна—система Nadan & Smoot—использует падение давления пара между барабаном К. п. и паропроводной магистралью; другая—сист. Bailey Metering Co.—реагирует не на абсолютную величину па-

дения давления, а на скорость изменения давления по времени, т. е. на величину  $\frac{dp}{dt}$ .

При положительных значениях  $\frac{dp}{dt}$  регулятор снижает паропроизводительность К. п., и тем быстрее, чем больше величина  $\frac{dp}{dt}$ ; при отрицательных значениях  $\frac{dp}{dt}$  напряжение К. п. соответственно увеличивается. На фиг. 135—схема регулятора системы Smoot, состоящей из главного регулятора, общего

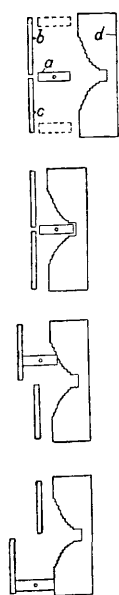


Фиг. 135.

для всей котельной, и индивидуальных регуляторов для отдельных К. п. Главный регулятор имеет специальную диафрагму *a*, соединенную с паровой магистралью *i* и уравновешенную пружиной. Положение диафрагмы, а следовательно и соединенного с ней рычага, определяется давлением пара в магистрале *i*. На другом конце рычага помещается специальный вентиль, *k*-рый увеличивает или уменьшает утечку воздуха из камеры *k* главного регулятора, изменяя тем самым давление в нем сжатого воздуха, нагнетаемого компрессором при давлении около 1 atm. При повышении давления пара в магистрале вентиль утечки приоткрывается, при понижении—прикрывается. Поэтому давление воздуха в камере повышается при понижении давления пара в паропроводе и, наоборот, понижается при повышении давления. От камеры центрального регулятора идут трубки, подводящие сжатый воздух к ряду диафрагм индивидуальных регуляторов. В местах присоединения этих трубок к камере главного регулятора имеются специальные установочные винты, которые позволяют от руки подрегулировать величины, подлежащие изменению, напр. установить определенное содержание  $CO_2$  в газах и т. п.

Индивидуальные регуляторы все построены по одному принципу и состоят из диафрагм, на *k*-рые давит воздух, поступающий по трубке из центральной камеры. Сила давления диафрагм уравновешивается с другой стороны рычага какой-либо нагрузкой, которая имеет определенное соотношение с

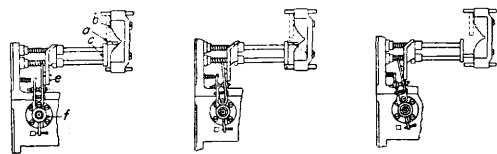
нагрузкой К. п. Когда, напр. при понижении давления пара, увеличивается давление воздуха в главной камере, то это влечет за собою увеличение давления и на диафрагму индивидуального регулятора *b*, регулирующего скорость подачи топлива. Индивидуальный регулятор топки передвигает электрич. контакт вверх, уменьшая тем самым сопротивление в цепи возбуждения специального генератора постоянного тока, приводящего в движение топочный мотор. Напряжение на борнах генератора при этом увеличивается, в виду чего возрастает скорость топочного мотора, а следовательно и подача топлива. Параллельно главному топочному мотору подключен маленький мотор, скорость к-рого одинакова с главным мотором. Этот мотор вращает центробежный регулятор, к-рый уравнивает нагрузку диафрагм и останавливает дальнейшее действие главного регулятора. Таким же образом регулируется и давление воздуха перед топкой. Однако здесь силой, уравнивающей диафрагму *c*, является вторая диафрагма *d*, на к-рую влияет давление воздуха в подводящем канале. При повышении скорости дутьевых вентиляторов это давление увеличивается и прекращает дальнейшее увеличение скорости вращения вентиляторов. Регулятор, к-рый контролирует количество воздуха, подаваемого в каждую топку, имеет также диафрагмы, одна из к-рых *e* приключена к камере главного регулятора, другая же уравнивающая ее диафрагма *f* соединена с дымоходами т. обр., что на нее действует разность давлений в начале и в конце К. п., т. е. сила, пропорциональная количеству протекающих через дымоходы К. п. газов. Поэтому, когда при понижении давления пара этот регулятор открывает заслонку *l* перед К. п., тогда увеличивается количество проходящих через дымоходы К. п. газов, и пропорциональная ему сила приостанавливает дальнейшее открытие заслонки. Наконец диафрагма *g*, регулирующая движение заслонки на выходе газов из К. п., уравнивается диафрагмой *h*, положение которой зависит от разрежения в топке К. п. В виду того что сила, необходимая для поворачивания заслонок, была бы слишком велика для диафрагм, последние действуют не непосредственно на заслонки, а через специальные масляные сервомоторы.



Фиг. 136.

Система Bailey Metering Co. состоит также из главного контроллера, общего для всей котельной, и индивидуальных контроллеров для каждого отдельного К. п. Составными частями главного контроллера являются след.: манометр Бурдона, присоединяемый в главной паровой магистрали, и специальный аппарат, превращающий отклонения стрелки манометра от нормального положения в электрич. импульсы, направление и продолжительность к-рых зависят от напри-

вления и величины угла отклонения стрелки манометра от нормы. Схема работы этого трансформирующего аппарата изображена на фиг. 136, где *a* изображает проекцию наконечника стрелки манометра в ее нормальном положении. Пунктиром показаны крайние положения стрелки при изменениях давления пара; клинообразный движок *d* движется горизонтально взад и вперед от эксцентрика, приводимого в движение мотором; каждая из пластинок *b* и *c* связана с кулачком *e* (фиг. 137), захватывающим при своем движении влево рычаг *f* электрич. контакта. Если стрелка находится в среднем положении, то при движении клина справа налево она попадает в его вырез и никакого замыкания тока не происходит; если же к моменту движения клина налево давление пара уклоняется от нормы и стрелка сдвигается вверх или вниз, клин захватит ее и начнет двигать налево; при этом в виду клинообразной формы движка стрелка отодвигается налево тем дальше, чем сильнее изменилось давление пара. При движении налево стрелка увлекает за собой одну из пластинок *b*—если давление пара увеличилось, или *c*—если давление упало. В свою очередь пластинка при начале своего движения налево немедленно замыкает электрич. контакт, который держится замкнутым в течение всего времени движения пластинки налево. При начале

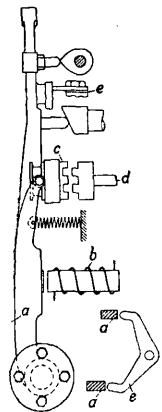


Фиг. 137.

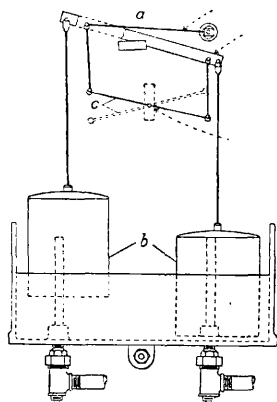
обратного движения пластинки контакт однако немедленно прерывается, т. к. контактор *f* удерживается на своем валу трением и остается в том положении, в каком его оставила пластинка в ее крайнем левом положении. При следующем движении клина справа налево контакт пластинки с контактором возникает только с того момента, когда она касается контактора, оставленного ею в прежнем положении; поэтому, если за протекший промежуток времени давление пара не изменилось, контакта практически не возникает. Чтобы однако давление пара не осталось постоянно на уровне, отличном от нормального, валик, на к-ром сидит контактор, вращается со скоростью одного оборота в час, возвращая контактор медленно в его нормальное положение. Таким образом главный регулятор в зависимости от изменения давления пара замыкает в цепях, идущих к индивидуальным регуляторам, ток того или иного направления и различной продолжительности.

Каждый индивидуальный регулятор состоит из ящика с рядом рычагов *a* (фиг. 138), из к-рых каждый заводит определенной операцией регулирования; напр. для открытия заслонки служит один рычаг, для ее закрытия—другой, и т. д. При появлении в солиноиде *b* тока рычаг сдвигается направо, при исчезновении тока он возвращается в свое

нормальное положение пружиной. При перемещении направо рычаг соединяет муфтой *e* вал непрерывно вращающегося мотора *d* с валом,двигающим например заслонку дымохода. Блокирующее приспособление *e* связывает механически два рычага, управляющие противоположными операциями, не позволяя им даже при неисправности механизма действовать одновременно.

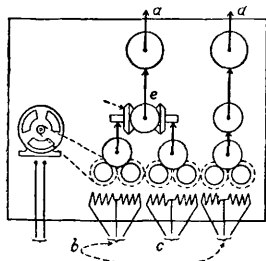


Фиг. 138.



Фиг. 139.

При помощи описанных выше индивидуальных контроллеров главный контроллер, действуя одновременно на все К. п., увеличивает или уменьшает подачу топлива и воздуха. Чтобы при этих изменениях избыток воздуха устанавливался всегда наивыгоднейшим для данной нагрузки, у регулятора Bailey имеется добавочное приспособление (фиг. 139), корректирующее действие описанных приборов в части регулирования подачи воздуха. Это приспособление, отдельное у каждого К. п. и являющееся частью индивидуального контроллера при нем, состоит из специального аппарата, посредством рычага *a* реагирующего на количество вырабатываемого К. п. пара (к-рое можно считать приблизительно пропорциональным



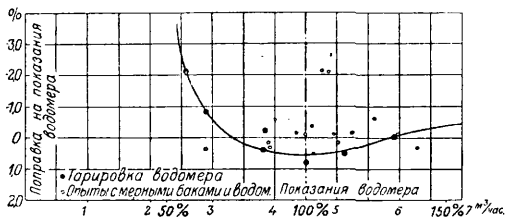
Фиг. 140.

расходу топлива) и отмечающего при помощи дифференциального тягомера *b* объем проходящих через дымоходы газов. Положение стрелки *c* аппарата определяется т. о. отношением расхода пара к объему газов. При отклонении ее от нормального положения, при котором это отношение является наивыгоднейшим, она посредством приспособления, аналогичного уже описанному выше, замыкает через ртутные контакты ток того или иного направления и перемещает регулирующие количество воздуха заслонки в ту или другую сторону. Это передвижение заслонок производится посредством дифференциала независимо от их передвижения главным мотором и может происходить одновременно с последним, как показано на фиг. 140,

изображающей схематически весь механизм регулятора Bailey. Как видно из схемы, механизм, регулирующий количество воздуха, *a* приводится в действие как от главного регулятора *b*, так и от добавочного регулятора количества воздуха *c* через дифференциал *e*. Механизм *d*, регулирующий подачу топлива, получает свое движение лишь от главного регулятора.

**Технический контроль в котельных установках** осуществляется или периодическими испытаниями установок или систематическим учетом основных факторов работы. В последнем случае котельная установка должна быть оборудована соответствующими измерительными приборами. Техника изготовления измерительных приборов достигла в настоящее время большой высоты. Фирмы Сименс и Гальске, Гартман и Браун в Германии принимают на себя полное оборудование котельных установок измерительными приборами, дающими не только видимые, но и автоматически регистрирующиеся показания, к-рые м. б. положены в основу технич. контроля котельных установок и калькуляции себестоимости пара. Надо только иметь в виду, что любой прибор, как бы остроумно сконструирован и хорошо выполнен он ни был, никогда не будет работать длительно без ухода за ним. Поэтому, оборудуя котельную установку сложными измерительными приборами, нужно всегда в штате предусматривать должность техника соответствующей квалификации для ухода за приборами. В противном случае приобретение приборов будет только совершенно бесполезной тратой средств. Это обстоятельство нужно иметь в виду при решении вопроса о наилучших формах технического контроля котельной установки в каждом частном случае. В небольших установках как правило применение сложных контрольных приборов, требующих за собой специального ухода, не оправдывается. В таких случаях нужно ограничиваться более простыми методами глазомерного контроля и периодич. контрольными испытаниями. Для достаточного полного контроля д. б. учитываемы следующие факторы работы котельной установки. 1) Расход топлива, измеряемый при помощи весов: ручных, возовых, вагонных, неавтоматических и автоматических (см. *Весы*). 2) Качество топлива, определяемое путем систематического отбора проб топлива при приемке на месте добычи или при выгрузке на склад на месте потребления. Отбор проб производят, руководствуясь специальными инструкциями, выработанными съездами русских теплотехников. Качества различных видов, родор и марок топлива регламентируются особыми стандартами и технич. условиями, утвержденными правительством СССР. Этими технич. условиями ограждаются интересы как потребителя, так и производителя. Технич. условия и стандарты периодически пересматриваются и изменяются под влиянием общих изменений в условиях добычи топлива. Для облегчения контроля над качеством топлива, в особенности для мелкого промышленного потребителя, создана особая приемочная организация при Гос. теплотехнич. ин-те, к-рая при-

нимает по поручению потребителя топливо на месте приемки последнего от производителя, производит сама все необходимые исследования и дает потребителю уже готовые данные о качестве отправленного в его

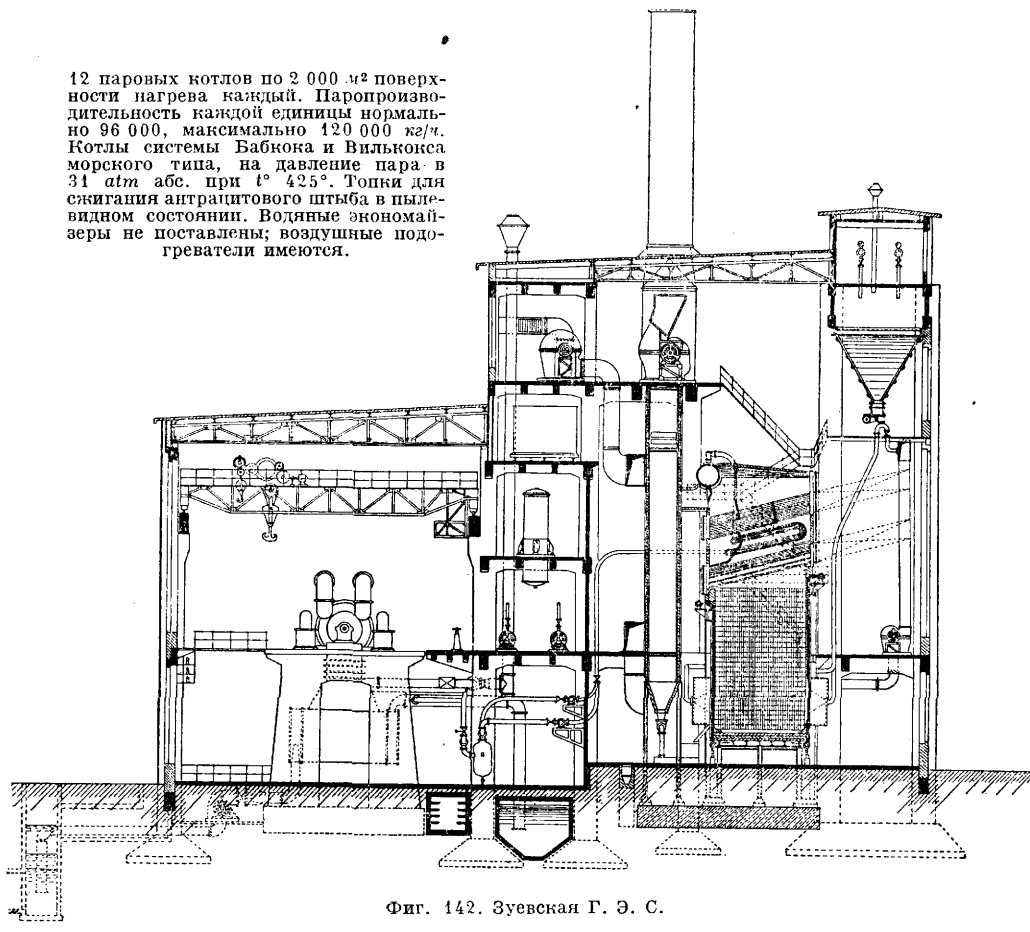


Фиг. 141.

адрес топлива. Такая приемка не избавляет однако потребителя, желающего более точно знать качество потребляемого топлива, от необходимости хотя бы периодич. самостоятельного контроля над качеством топлива у себя на складе, т. к. топливо может изменять и фактически изменять свои качества в пути, напр. увлажняясь или, наоборот, высыхая, выветриваясь и теряя при этом свойство

рекомендуется пользоваться только объемными водометрами, например типа Сименса, или поршневыми типа Шмита или Кеннеди. Водометрами-крыльчатками пользоваться не следует, т. к. такие водометры очень неточны. Основными требованиями, предъявляемыми к водометрам, д. б. независимость показаний от давления и  $t^\circ$  воды, минимальное сопротивление проходу ее и нечувствительность к небольшому загрязнению воды. Приближаясь по своей идее к поршневому водометру, водометр Сименса имеет то преимущество перед водометром напр. Кеннеди, что проход воды через него происходит почти непрерывно, без толчков. Даваемые обычно фирмами, изготовляющими водометры, гарантии точности  $\pm 2\%$  на практике не оправдываются. Как правило водометр всегда преуменьшает количество проходящей через него воды, т. к. при небольших расходах, вследствие известной инерции прибора и имеющей обычно место неплотности в дисках или поршнях, вода проходит через водометр, не приводя во вращение счетного механизма. Так как питание К. п. в большинстве случаев, при отсутствии надежно действующих регуляторов

12 паровых котлов по 2 000 м<sup>2</sup> поверхности нагрева каждый. Паропроизводительность каждой единицы нормально 96 000, максимально 120 000 кг/ч. Котлы системы Бабкока и Вилькокса морского типа, на давление пара в 31 atm абс. при  $t^\circ$  425°. Топки для сжигания антрацитового штыба в пылевидном состоянии. Водяные экономайзеры не поставлены; воздушные подогреватели имеются.

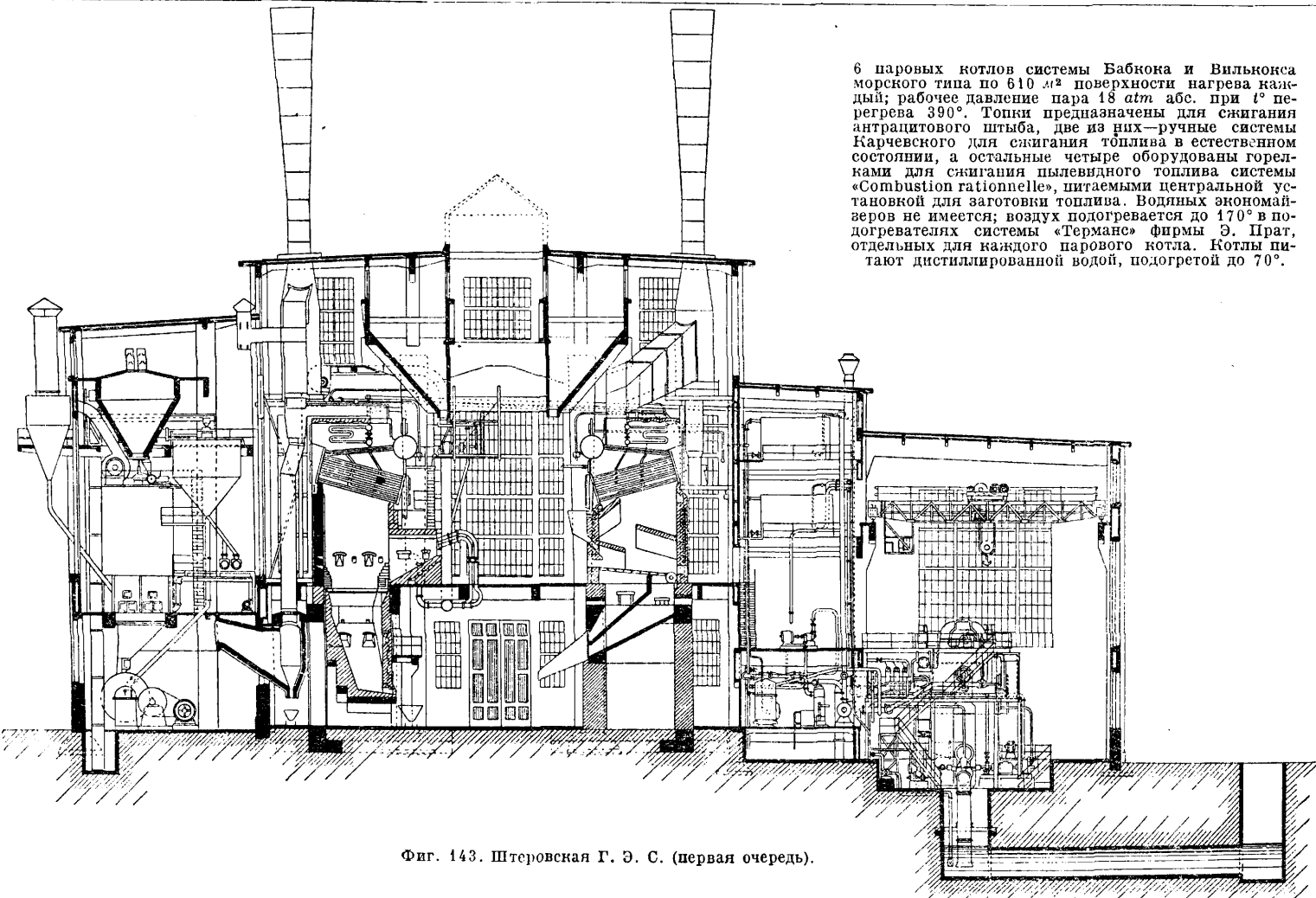


Фиг. 142. Зуевская Г. Э. С.

спекаться, размельчаясь и т. п. 3) Расход питательной воды, определяемый при помощи водометров различных систем:

питания, производится не равномерно, а прерывисто, то водометр показывает исправно только в моменты большого расхода



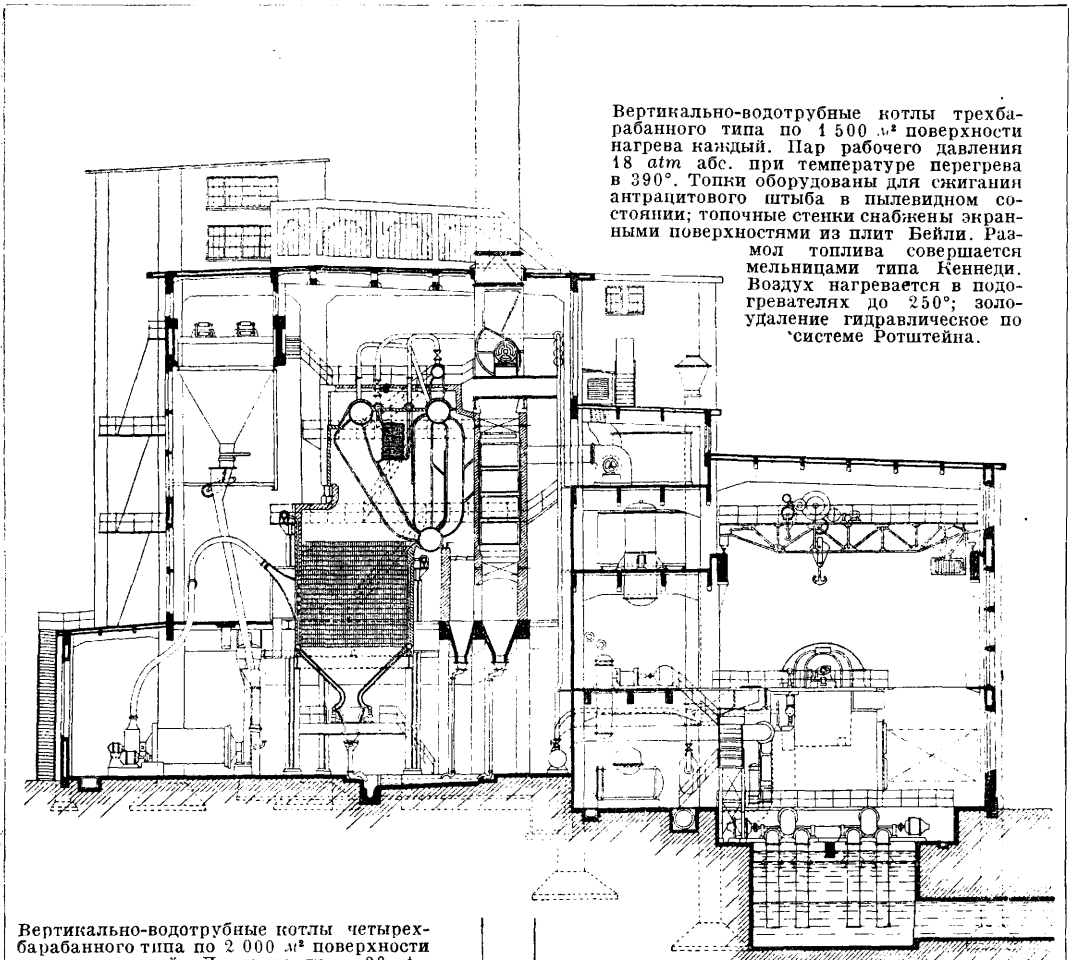


6 паровых котлов системы Бабкока и Вильякса морского типа по 610 м<sup>2</sup> поверхности нагрева каждый; рабочее давление пара 18 атм абс. при 1° перегрева 390°. Топки предназначены для сжигания антрацитового штыба, две из них—ручные системы Карчевского для сжигания топлива в естественном состоянии, а остальные четыре оборудованы горелками для сжигания пылевидного топлива системы «Combustion rationnelle», питаемыми центральной установкой для заготовки топлива. Водяных экономайзеров не имеется; воздух подогревается до 170° в подогревателях системы «Терманс» фирмы Э. Праг, отдельных для каждого парового котла. Котлы питают дистиллированной водой, подогретой до 70°.

КОТЛЫ ПАРОВЫЕ

Фиг. 143. Штеровская Г. Э. С. (первая очередь).

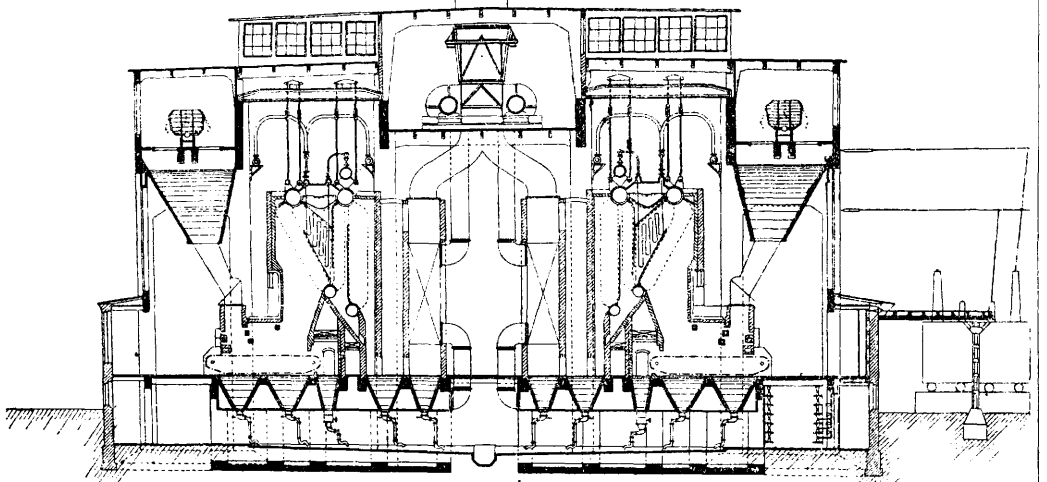
## КОТЛЫ ПАРОВЫЕ



Вертикально-водотрубные котлы трехбарабанного типа по 1 500 м<sup>2</sup> поверхности нагрева каждый. Пар рабочего давления 18 атм абс. при температуре перегрева в 390°. Топки оборудованы для сжигания антрацитового штыба в пылевидном состоянии; топочные стенки снабжены экранными поверхностями из плит Бейли. Размол топлива совершается мельницами типа Кеннеди. Воздух нагревается в подогревателях до 250°; золоудаление гидравлическое по системе Ротштейна.

Вертикально-водотрубные котлы четырехбарабанного типа по 2 000 м<sup>2</sup> поверхности нагрева каждый. Давление пара 36 атм абс. при t° перегрева 450°. Паропроизводительность единицы 100 000 — 120 000 кг/ч. Топки оборудованы цепными решетками для сжигания торфа, по две решетки площадью в 40 м<sup>2</sup> на котел. Воздушные подогреватели по 3 500 м<sup>2</sup> поверхности нагрева.

Фиг. 144. Штеровская Г. Э. С. (вторая и третья очередь).



Фиг. 145. Г. Э. С. в Малой Вишере.

воды, при малом расходе вообще ничего не показывает или показывает очень неверно. Поэтому никакая тарировка водомера делу не помогает. На фиг. 141 по данным тарировки дискового водомера Сименса  $\varnothing 50$  мм для горячей воды вычерчена поправочная кривая для него. Из кривой видно, что при уменьшении расхода воды через водомер до 50% от нормального ошибка будет вероятно порядка минус 8—10%. Но даже и при нормальном расходе ошибка достигает 2—2,5%, как видно из положения точек на диаграмме, нанесенных по данным сопоставления показаний водомера с мерными баками. В виду таких свойств водомеры в условиях котельных установок надо считать приборами мало надежными и прибегать лучше к измерению непосредственно расхода пара. 4) Расход пара измеряется при помощи парометров. Простейшими и наиболее надежными являются парометры с дроссельными шайбами типа Сименс и Гальске и др. Для каждой шайбы (или диафрагмы) полезно ставить три показательных прибора, а именно: т. н. паровые часы, стрелка к-рых показывает в каждый данный момент часовой расход пара из К. п. в т/ч или напряжение поверхности нагрева К. п. в кг/м<sup>2</sup> час; паровые часы помещают около К. п. на месте, видном кочегару, затем — регистрирующий прибор, пишущий на ленте кривую колебаний часового расхода пара, и наконец суммирующий счетчик, по которому можно сразу отсчитать количество пара, прошедшего через шайбу от момента начала счета, напр. за смену, за сутки, за декаду и т. п. Последние два прибора помещаются обыкновенно в кабинете механика. Точность показаний дроссельных парометров, как и водомеров, уменьшается с падением расхода, тем не менее пар из К. п. отбирается обычно более равномерно, чем питаются К. п. Поэтому показания парометров надо считать более надежными, чем показания водомеров. 5) Содержание в дымовых газах углекислоты, кислорода и окиси углерода, что производится газоанализаторами различных систем. Более простыми и надежными являются газоанализаторы, основанные не на химических законах, а на физических. Такими приборами являются получившие за последнее время широкое распространение приборы Всеобщей компании электричества и Сименса (см. *Анализ газов*). Показания подобных приборов в отношении содержания СО являются менее надежными и потому должны скорее рассматриваться не как количественные, а как качественные показатели, предупреждающие о наличии химическ. неполноты горения, грозящей значительными потерями. 6) Температура отходящих газов, для чего применяются по преимуществу термоэлементы (см. *Термометрия*) из железа и константана. К термоэлементу целесообразно также присоединять два показателя: один у К. п., дающий возможность кочегару следить за  $t^\circ$  отходящих газов, а другой — регистрирующий (в кабинете заведующего котельной установкой), по показаниям к-рого можно определять среднюю  $t^\circ$  газов за тот или иной про-

межуток времени. Регистрирующие показатели дороги, и потому есть смысл ставить один такой прибор на несколько термоэлементов с автоматич. переключением. Такие приборы делаются напр. фирмами Сименс и Гальске, Гартман и Браун в Германии; они хорошо зарекомендовали себя на практике. 7) Давление и  $t^\circ$  перегрева пара: первое измеряется манометрами (см.), к-рые м. б. регистрирующими, а второе — такими же термоэлементами, о каких говорилось выше. 8) Разрежение, даваемое дымовыми вентиляторами, в разных местах дымохода и воздухопровода измеряются тягомерами (см.) различных конструкций. 9) Количество топочных отбросов и содержание в них горючего определяются путем систематич. взвешивания вагонеток с золой, выходящих из котельной установки, и путем периодическ. отбора контрольных проб золы для лабораторного анализа. 10) Различные б. или м. низкие  $t^\circ$  питательной воды, до и после экономайзеров, воздуха, до и после подогрева его в воздухоподогревателях и т. п., определяются с успехом электрич. термометрами сопротивления (см. *Термометрия*). 11) Служебный расход электрической энергии, что делается при помощи электрич. счетчиков (см. *Электрические измерения*). Показания всех вышеперечисленных приборов записываются в журнал котельной установки. Средние величины из суточных журналов вносятся в декадную или месячную ведомость, которые в свою очередь содержат данные для составления годичной отчетной ведомости по котельной установке. Стоимость 1 т пара в практике колеблется очень сильно и зависит обычно в большей степени от стоимости топлива и от размера различных расходов по эксплуатации котельной, чем от термич. КПД котельной установки. Поэтому одновременно с заботой о повышении термич. КПД следует не упускать из виду также и совокупности вопросов организации производства, от удачного разрешения которых зависит обычно в значительной степени стоимость продукции.

Несколько современных котельных установок в СССР изображены на фиг. 142—145. Лит.: Кирш К. В., Котельные установки, М., 1926; Ловин К. П. и Барсуков В. А., Современные америк. электр. станции, М., 1927; Мерovich Э. С., Эксплуатация центральных электрических станций, М.—Л., 1928; «Тепло и сила», Москва: «Известия Теплотехн. Института», Москва, 1925—1930; Klingenberg G., Bau grosser Elektrizitätswerke, Berlin, 1926; Münzinger F., Kesselanlagen f. Großkraftwerke, Berlin, 1928; Münzinger F., Die Leistungssteigerung von Grossdampfesseln, Berlin, 1922; Münzinger F., Höchstdruckdampf, 2 Auflage, B., 1926; Thoma H., Hochleistungs-u. Hochdruckkessel, 1. Aufl., B., 1924; Vacher C., Das Wasser in d. Dampf-u. Wärme-Technik, Berlin, 1923; «Die Wärme», Berlin; «Archiv f. Warmewirtschaft u. Dampfesselwesen», Berlin. П. Соловьев.

**КОТНИЗАЦИЯ**, обработка лубяных волокон, посредством к-рой технические волокна распадаются на элементарные волоконца (клетки), дающие в массе подобие хлопка.

Попытки сообщить котнизированному волокну свойства хлопка и получить возможность прядения кottonина (продукта К.) по обычной хл.-бум. системе предпринимались неоднократно, начиная с 40-х годов 19 века. В России разработка практических

способов К. началась с 1912 года, когда поставлено было промышленное производство по получению кottonизированного волокна из угаров льна, прядению его в чистом виде и получению тканей. В 1914 г., с начала войны, дело прекратилось и лишь в 1918 году оно было возобновлено в Главтекстиле по инициативе В. П. Ногина. Далее, в годы гражданской войны, в связи с большим недостатком хлопка, на целом ряде русских ф-к производились попытки К. лубяных волокон. В последние годы над вопросом К. работали многие экспериментаторы (Н. М. Чиликин, Мореев, И. И. Рябов, В. Н. Экарев, В. С. Клубов, М. И. Шейкин и др.), но лишь в 1928 г. к нему подошли с широкой государственной программой, в связи с чем в настоящее время проводится большая работа Научно-исследоват. институтом текстильной промышленности (НИТИ). За границей особое значение К. получила в Германии, где уже имеются ф-ки кottonизированных тканей (Ульрих Гминдер в Рейтлингене, Вальтер Кемпфе в Гроссенгейме, в Саксонии).

К. могут быть подвергнуты волокна всех лубяных растений, как лен (долгунец, кудряш), конопля, кендырь и др. Длина и размер сечения элементарных волокон льна крайне разнообразны и резко изменяются в зависимости от длины стебля (табл. 1), толщины его (табл. 2) и расположения по высоте стебля (табл. 3).

Табл. 1. — Изменение толщины элементарных волокон в зависимости от длины стебля.

Длина стебля в мм	Максим. толщина волокон в $\mu$	Миним. толщина волокон в $\mu$
800	36	19
1190	99	17

Табл. 2. — Изменение толщины элементарных волокон в зависимости от толщины стебля.

Толщина стебля в мм	Максим. толщина волокон в $\mu$	Миним. толщина волокон в $\mu$
0,68	40,8	9,6
0,95	60,0	12,0
1,63	81,6	14,4
2,15	124,8	19,2

Табл. 3. — Изменение длины элементарных волокон в зависимости от расположения их по высоте стебля.

Расположение волокна по высоте стебля	Средняя длина волокна в мм	Максим. длина в мм	Миним. длина в мм
В основании	13,3	42	2,5
В нижней части	27,3	85	3,0
В средней »	32,6	95	4,0
В верхней »	38,5	120	4,0

Строение волокна, см. *Волокна прядильные.*

Волокно льна, также как хлопка и пеньки, состоит из целлюлозы ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>, которой в льне содержится ок. 83—87%; остальное составляют пектиновые и инкрустирующие вещества, склеивающие элементарные волокна. Пектиновые вещества при кипячении в растворе едкого натра разлагаются на целлюлозу и нецеллюлозу, причем целлюлоза нерастворима в щелочах, а нецеллюлоза растворима; при обработке в крепких щелочах, особенно при доступе воздуха, целлюлоза быстро переходит в пектоцеллюлозу, и волокно теряет свою прочность. Поэтому основным требованием, предъявляемым к процессу К., является такое удаление инкру-

стирующих веществ, при котором основа волокна, целлюлоза, не была бы затронута и элементарное волокно не потеряло бы основных своих качеств—крепости, шелковистости и блеска.

Существуют три основных способа К.: 1) механический, 2) биологический и 3) химический. В последнее время предложены еще способы химико-механический, т. е. такой, при котором в процессах химич. обработки применяется механич. воздействие, и электро-механический; оба они еще недостаточно изучены.

1. Механический способ К. Чистое льняное волокно (кудель, очес или даже трепаный лен) пропускают через шпальный агрегат, т. е. несколько барабанов с острыми короткими колками, делающими до 800 об/м.; получающиеся при этом короткие волокна еще не представляют собой кottonизированного элементарного волокна, т. к. пектиновые и инкрустирующие вещества не в достаточной мере удалены; при указанной обработке получаются лишь механически разорванные волокна, частично разделенные на основные элементы. Этот способ К. не дает волокна с теми свойствами, к-рые предъявляются условиями английского хл.-бум. прядения, так как волокна крайне разнородны по длине и толщине и не имеют достаточной эластичности; далее, на волокнах остается большое количество пектиновых веществ, которые, при дальнейшей обработке ткани из пряжи такого волокна и особенно при отбелке и аппретуре, быстро разлагаются; если их полностью отмыть, то получается ослабление ткани, если же они остаются в ткани, то придают ей отрицательные свойства—жесткость и ломкость. При этом способе К. выделяется много пыли, вредной для здоровья работающих. В виду ряда недостатков чисто механич. способ К. не нашел широкого практического применения.

2. Биологический способ. Сущность его заключается в том, что солома льна при нахождении нек-рое время в среде, населенной бактериями пектинового брожения, изменяется в своей структуре: в первую очередь льняные пучки отклеиваются от древесины, т. к. выделяемые микроорганизмами ферменты разрушают пектиновые вещества. Если вовремя прекратить процесс, вынуть солому и затем, высушив, подвергнуть ее мятью и трепанию, то получается обычное длинное трепаное волокно, очень прочное, т. к. связь между отдельными элементарными волокнами остается ненарушенной. Этот процесс характерен и для всех прочих растений, имеющих лубяные волокна. Если солому продержат в мочильн. сосудах дольше необходимого срока, то ферменты начинают действовать на вещества, склеивающие отдельные элементарные волокна, в результате чего крепость техн. волокон сначала уменьшается, а затем они распадаются на элементарные волокна. Т. о. биол. К. представляет собою обыкновенную мочку, но проведенную дольше обычного времени, причем происходит как бы перемочка льна. Технически процесс биол. К. проводился следующим образом. Сырье для К. (очес, кудель и пр.) погружалось в обычные мочиль-

ные баки, в воду с  $t^{\circ}$  около  $35^{\circ}$ ; первое время находили нужным производить мочку в течение двух недель, затем этот срок был уменьшен до четырех дней, причем после мочки волокно промывали и пропускали для отжимки через чугунные валки. Хотя опыты биологическ. К. были поставлены в широком масштабе (до  $2,5 \text{ т}$  ежедневного выхода волокна), все же этот способ в настоящее время нельзя еще считать вполне рациональным по ряду причин. При перемочке всегда, помимо бактерий пектинового брожения, могут развиваться и бактерии целлюлозного брожения, к-рые ослабляют волокно. Далее, хотя оборудование при этом способе К. дешево и несложно, но благодаря длительности процессов требуется много места для мочильных резервуаров. Кроме того при биологич. К. трудно установить момент окончания обработки и вообще регулировать ход процесса.

3. Химический способ заключается в том, что волокно подвергается варке, причем пектиновые и инкрустирующие вещества размягчаются и даже разлагаются под действием нек-рых химич. веществ настолько, что после тщательной промывки м. б. почти полностью удалены. Варку можно вести под давлением и без давления. Все случаи предусматривают главн. обр. полное и достаточно долгое обмывание волокон химич. растворами в горячем состоянии, т. к. при этом условии процесс К. проходит быстрее и надежнее, давая более равномерное, в смысле разложения и облагораживания, волокно. Методика К. устанавливается для каждого случая отдельно в зависимости от сорта, чистоты и качества волокна, поступающего для К., и от дальнейшего назначения и способов прядения катонизированного волокна. Варочной жидкостью может служить раствор каустической соды с прибавлением *контакта* (см.) до 3% от веса загружен. волокна. Н. М. Чиликин применял для К. раствор шелока, содержащий до 10% едкого натра, 2% соды и 2% бисульфита. В Германии при нек-рых способах К. отработанные шелока используются на обельных и мыловаренных з-дах. Очищенное и подготовленное для К. волокно перед варкой м. б. подвергнуто вылеживанию в слабом (2%-ном) растворе серной к-ты, но может также поступать в варку и без этой предварительной операции. Наиболее надежна и поэтому обычно применяется варка волокна под давлением до  $3 \text{ atm}$ , с энергичной перекачкой варочных жидкостей, концентрация к-рых устанавливается не выше  $2^{\circ} \text{ Вé}$ . Исследование варочных жидкостей в процессе варки показывает, что разложение пектиновых веществ начинается немедленно по погружении волокон в горячий раствор и за первый час варки утилизируется более 60% едкого натра (даже ранее повышения давления до  $3 \text{ atm}$ ). С повышением давления и  $t^{\circ}$  происходит дальнейшее разложение пектиновых веществ и обработка всей массы заложенного в бучильный котел волокна. Время варки устанавливается, в зависимости от указанных выше требований, предъявляемых к волокну, от 4 до 6 ч. Обычно варка производится в специальных аппаратах (см. *Бучильные котлы*, фиг. 2

и 3). Необходимо предусмотреть устройство, распыляющее горячие варочные жидкости, чтобы они не попадали все время в одно место волокна. Режим варки протекает таким образом. В варочный котел заливается заранее приготовленный в отдельном сосуде и подогретый 5%-ный раствор каустич. соды с добавкой контакта; затем в котел загружается волокно, крышка закрывается и начинается перекачка раствора с подогревом его. После подъема давления до  $3 \text{ atm}$  варка продолжается еще 3—4 часа; затем варочная жидкость спускается в фильтры для очистки или в специальные сосуды, если предусмотрено варочные жидкости употреблять для повторных варок с добавлением химич. веществ, что в некоторых случаях является целесообразным (повторность возможна до 4—6 раз), или же для регенерации шелоков и получения красящих веществ.

По окончании варки и спуска раствора волокно промывается с перекачкой холодной воды 2—3 раза и затем, охлажденное, вынимается и закладывается в кислую ванну (раствор серной кислоты с концентрацией не выше 0,5%), где и вылеживается в течение 6—8 ч.; далее волокно тщательно промывается в промывной машине обычного типа, грабельной или с лопастями, и отжимается на centrifуге; наконец волокно разрыхляется на волчке, т. к. иначе после сушки оно склеилось бы и потребовало бы усиленной обработки на расщепление перед прядением, а такая операция портит волокно, ослабляя и разрывая его. Сушильный процесс обычно происходит при  $t^{\circ}$  не выше  $60^{\circ}$ . Волокно из сушилки поступает для прядения. При обработке изложенным выше способом волокно получается суровое. Иногда перед промывкой вынутое из бучильника волокно белится обычным хлорным способом до полубелки и затем подвергается описанным выше операциям. К. без давления проводится в аппаратах, обычно употребляемых для крашения волокон хлопка, шерсти и т. п. сырья, типа Эссера или Обермейера. Процесс отличается от предыдущего лишь тем, что вместо закрытого котла употребляется открытый деревянный или железный чан. Перекачка варочных жидкостей производится при помощи насоса с таким расчетом, чтобы варочная жидкость распределялась равномерно по заложенному в чан волокну.

Из всех описанных способов К. химич. способ является наиболее испытанным и получившим большое практич. применение. Так как сырье для К. крайне разнородно по своим качествам, то и катонизированное волокно получается весьма неоднородным. Помимо того что попадают группы волокон, не разложившихся на элементарные волокна, сами волокна различны по длине и часто ослаблены механической обработкой сырья. В общей массе катонизированные элементарные волокна в 2—3 раза крепче волокон хлопка при том же диаметре и достаточно эластичны. Обычно полного удаления пектиновых веществ процессом К. не достигают, и на стенках волокон остаются частицы этих веществ, к-рые, не принося вреда в процессах прядения, при дальнейшей механической обработке отделяются от волокна. При

одинаковой толщине с волокнами хлопка элементарные катонизированы. Волокна тяжелее на 25—35%, что зависит отчасти от степени катонизации.

Свойства катонизированного волокна м. б. охарактеризованы следующими данными (по Н. М. Чиликину):

Толщина . . . . .	15—27 $\mu$
Колебания в толщине . . . . .	14—17%
Крепость . . . . .	11—12 г
Колебания в крепости . . . . .	23—28%
Разрывная длина . . . . .	18—24 км
Удлинение при разрыве . . . . .	3,5—5,5%
Длина штапеля из вязки льна . . . . .	9,5—13 мм

По испытаниям Йогансена, толщина катонизированного волокна — от 11,7 до 23,5  $\mu$  и крепость — от 4,6 до 18,4 г. Средняя длина катонизированных волокон — от 20 до 45 мм, а отдельных комплексов волокон — от 150 до 180 мм; кроме того среди волокон находятся мелкие волокна и пух.

Указанными способами производится гл. обр. К. льняного сырья. Те же способы применимы для К. пеньки и кендыря; но в зависимости от их свойств методы обработки д. б. изменены: пенька катонизируется значительно труднее льна, а кендырь — легче. Для К. может быть применено как высоко-сортное сырье (очес, кудель и охлопок), так и сырье низкого качества — пакля, являющаяся первым отходом при механич. обработке (трепани) волокна. Катонизировать трепаный лен целесообразно при существующих способах К. и прядения. Сырье перед поступлением в химическую обработку по возможности очищают от костры, пыли и посторонних примесей. Предварительная очистка тем сложнее, чем более засорено сырье. Обычная нетрясеная пакля, содержащая в массе ок. 28% волокна, могущая поступить в К., должна быть тщательно очищена от костры и мелкого волокна, к-рых содержится в ней ок. 72%. Обычно такая пакля сначала пропускается через специальный волчок, удаляющий до 65% костры. Далее волокно прочесывается на чесальных машинах с грубой гарнитурой, и остающиеся 28% из общей массы поступают в К. Меньшей предварительной обработке подвергаются кудель и очес низких сортов, и почти без очистки могут поступать в обработку охлопок, очес и кудель высоких номеров.

В зависимости от сорта сырья, взятого для К., катонизированное волокно используется для получения пряжи либо самостоятельно, либо в смеси с другими волокнами, либо в угарно-вигоновом производстве. Сорт сырье для К. определяют также и системы прядения, № пряжи, крутка и крепость. Так напр. для целей примеси котонина к хлопку и для прядения по английской хл.-бум. системе следует иметь полубелое катонизированное волокно, возможно чистое от костры, почти полностью разложенное на элементарные волокна, к-рые д. б. тонкими и эластичными. Стоимость котонина в чистом виде не д. б. выше стоимости хлопка. Для К. непригодны пакля и низкие № кудели и очесов. Наиболее подходящим сырьем следует считать охлопок или же кудель и очес средних и высоких №. Это же сырье, но в меньшей степени разложенное на элементарные волокна, пригодно для примесей к шерстям

высоких сортов. Для примесей к грубым шерстям или для получения например основной пряжи низкого № по саксонскому прядению следует остановиться на пакле и низком № кудели. Классификация сырья для К. и его дальнейшего назначения, принятая заседанием Бюро по К. при Всесоюзном текстильном синдикате (ВТС) от 5 октября 1929 г., приведена в табл. 4.

Табл. 4. — Классификация сырья для катонизации.

Категория	Сорт льна	Сорт котонина	Назначение
1	Низкие сорта льна, сырец и полутрепок . . . . .	1	Хл.-бум. производство
2	Охлопок крестьянский, отходы первичной обработки	2	Шерстяное и угарно-вигоновое производство
3	Пакля . . . . .	3	
3	Вытряска (отходы изпод карды) и жвака	4	Ватное производство

Обычная первичная обработка льна, т. е. крестьянская мочка, мятье и трепание, дает следующие выходы и угары в % от веса воздушносухой соломы льна и в абсолютных цифрах, считая общий урожай соломы льна в год в 2 000 000 т (табл. 5).

Табл. 5. — Выходы льна.

Вид обработки	В %	В т
Мочка и усушка . . . . .	66	1 320 000
Мятье . . . . .	46	920 000
Трепание:		
трепаный лен . . . . .	14	280 000
пакля (волокном) . . . . .	5	100 000

Трепанный лен частично остается в сел. хозяйстве, где он перерабатывается в крестьянскую пряжу, а в известной части поступает для промышленности и для экспорта (около 35% от количества товарного льна). При обработке трепаного льна получают следующие выходы от веса воздушносухой соломы льна (табл. 6).

Табл. 6. — Выходы льна.

Вид обработки	В %	В т
Крестьянская обработка		
Прядильный материал . . . . .	3,5	70 000
Кудель . . . . .	1,0	20 000
Пряжа . . . . .	2,5	50 000
Охлопок . . . . .	0,5	10 000
Промышленная обработка		
Чесаный лен . . . . .	2,5	50 000
Очес . . . . .	3,5	70 000

При существующей системе первичной обработки льна сырье для К. в СССР имеется в большом количестве, если даже не считать

возможности К. производственных угаров (вытряски, лом, ровница и т. п.), льна-кудряша и пр. Если же иметь в виду тепловую мочку льна, при к-рой отпадают в качестве сырья для котонизации охлопок, кудель и обычн. пакля, то помимо отходов при трепании и очеса следует принять во внимание возможность утилизации в качестве сырья для К. и низких сортов льна (межеумочных), к-рые даже рационально разводить для этой цели; низкие сорта льна должны подвергаться специальной (однако еще недостаточно изученной) первичн. обработке и очистке от костры.

Себестоимость котонизированного волокна складывается из стоимости сырья и стоимости обработки. Стоимость сырья в готовом котонизированном волокне определяется стоимостью сырья, поступающего в К., его качеством, влажностью и механич. и химич. угарами. Ниже приведены средние % угаров (механич. и химич.) основного сырья для К.:

Вид сырья	% механич. угара	% химич. угара
Очес № 8—10 . . . . .	1,5—2	25—30
Очес № 4—6 . . . . .	3—5	30—35
Кудель № 7—10 . . . . .	3—5	30—35
Охлопок . . . . .	2—3	30—35
Пакля трясеная . . . . .	15—20	30—35
Пакля нетрясеная . . . . .	70—80	30—35

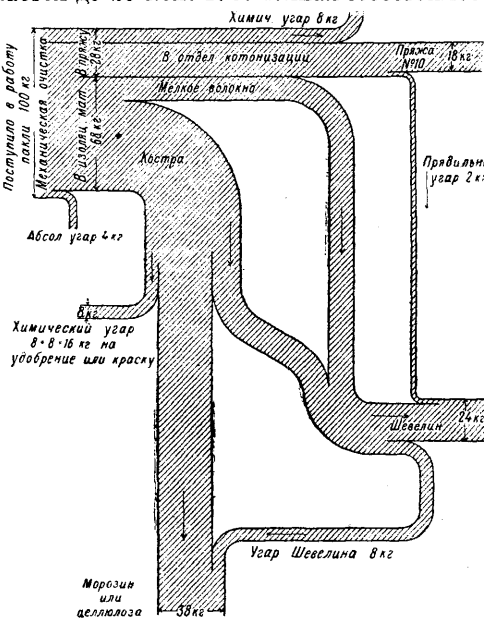
Процент угаров зависит от степени обработки, установленной для каждого случая, и индивидуальных качеств волокна, в частности—от разности во влажности сырья, поступающего в К. (обычно ок. 12—14%), и влажности выходящего из сушилки котонизированного волокна (около 8%). При обычных средних условиях стоимость сырья в котонизированном волокне, принимая отпускные цены на 1928/29 год, выражается в следующих цифрах:

Вид сырья	Цена 1 кг в коп.
Очес средн. номеров, № 6—10 . . . . .	76
Кудель средн. номеров, № 7—10 . . . . .	57
Охлопок . . . . .	40
Пакля без утилизации костры . . . . .	32
Пакля с полной утилизацией костры . . . . .	18

Костра и мелкое волокно м. б. утилизируемы в производстве бумаги, картона или тепловых изоляционных материалов (шевеллин, морозин и др.), напр. по приводимой ниже схеме (см. фиг.), предусматривающей полную утилизацию нетрясеной льняной пакли, т. е. переработку длин. волокна в котонину, а костры и мелкого волокна в изоляционные материалы. Благодаря такой утилизации и высокой стоимости получаемых изоляционных материалов стоимость остающегося для котонизации волокна (около 28%) м. б. значительно понижена (как указано выше, с 32 коп. без утилизации угаров до 18 коп. при утилизации по приводимой схеме).

Себестоимость обработки зависит от обычных условий фабрично-заводской работы (размера производства, системы обработки, условий труда, накладных расходов и пр.), от степени обработки и желаемого вида волокна (суровое или беленое), а также от сорта сырья (чистое или засоренное). При средних условиях и ценах на труд химич. продукты, топливо и при других средних расходах себестоимость получения 1 кг котонизированного сурового волокна выражается такими числами: при обработке чистого волокна—

примерно ок. 25 коп., более засоренного—30 коп. и наконец такого, как нетрясеная пакля,—35 коп. При параллельной выработке напр. термоизоляционных материалов из костры себестоимость обработки понижается до 25 коп. Т. о. полная себестоимость



котонизированного волокна для основного сорта сырья выражается в среднем следующими цифрами:

Вид сырья	Себестоимость 1 кг
Очес средн. номеров, № 6—10 . . . . .	1 р. 01 к.
Кудель средн. номеров, № 7—10 . . . . .	82 »
Охлопок . . . . .	70 »
Пакля без утилизации угаров . . . . .	67 »
Пакля с полной утилизацией угаров . . . . .	43 »

Из приведенных данных видно, что чем ниже сырье по качеству, тем оно дешевле и тем ниже себестоимость котонина. При необходимости получения котонина в полубелом состоянии, главным обр. для прядения в смеси с хлопком, указанные себестоимости следует увеличить на 6—8 коп. за кг.

СССР по производству льна занимает первое место в мире (80 % от мирового производства льна, в среднем за 1909—1913 годы) и, несмотря на это, до сего времени хлопок как текстильное сырье стоит у нас на первом месте благодаря своим высоким прядильным свойствам. Существующая система обработки льна во много раз дороже обработки хлопка: достаточно указать, что на 1 000 прядильных веретен в льнопрядении приходится 50—60 обслуживающих рабочих, в то время как в хлопкопрядении на 1 000 веретен приходится 6—7 чел. Так, обр. получение из льна волокон в виде такой массы, которая походила бы на хлопок и прядась бы по хл.-бум. системе, было бы для СССР чрезвычайно ценным. На 1929/30 год имеется задание правительства выработать ок. 8 000 т котонизированного волокна.

Лит.: Дело по изобретению инж.-технол. В. М. Шевелина, стр. 12, Москва, 1910; Новицкий Э., Полное возрождение льна. Новая система обработки льна и пенки, стр. 68, СПб., 1910; К вопросу утилизации льна на бумагопрядильных фабриках, Ив.-Вознесенск. 1—Протокол съезда представит. ф-к и орг. для обсуждения вопроса об утилизации льна, льняных угаров, 1/IX 1918. 2—Протокол 2 совещания по котонизации льна, 23/II 1919. 3—Протокол 3 совещания по котонизации льна, 16/IX 1919; Шиманский С. Т., Будников П. И. подр., К вопросу о котонизации льняных очесов, Работы комиссии при Хим. фак. Ив.-Вознесенского политех. ин-та, Иваново-Вознесенск, 1920—1921, вып. 1—3. Галама М., Проблема и практика котонизации, «ТНТ», 1926,

39—40, стр. 36—37; Л и н д и к Я., К химической технологии дубовых волокон. Состав, катонизация и облагораживание, «Изв. Об-ва для сод. улучш. в разв. ман. пром.», М., 1914, 6, стр. 513—520; Ш е в е л и н В. М., Об облагораживании льна, там же, 1914, 2, стр. 75—82; Б а к у н Н., Облагораживание грубых волокон, К статье «Новый способ придания льна» М. И. Шейкина, «ИТНТ», 1925, 13—14, стр. 32—33; Ш а т а л о в В. Д., Придание катонизированного льна, там же, 1926, 35—36, стр. 37—38; Ш е й к и н М. И., Новый способ обработки и придания дубяных волокон, там же, 1926, 27—28, стр. 25—29; е г о ж е, Новый способ придания льна, там же, 1925, 10, стр. 22—23; Э к а р е в В. Н., По поводу статьи М. И. Шейкина «Новый способ обработки и придания дубяных волокон», там же, 1927, 6, стр. 27—28; Ч и л и к и н Н. М., Лен и льнопрядильное производство, М., 1926; М о н а х о в А. Д., Обработка льна, стр. 58, П., 1923; Л о т а р е в и М и р с к и й, Катонизация, М., 1929 (печат.); Шведлинская опытная станция, М., 1910; «ИТНТ», 1924, 1, 1925, 10, 1926, 27—28, 1928, 1 и 5; «Бюллетень Центротекстиля», М., 1918, 118; «Лен-пешья», М., 1925, 19—21; «Вестник льняного и пенькового дела», М., 1927, 6, 1928, 2, 3, 6, 12; «Текстильные новости», М., 1927, 6—7; «Шерстяное дело», М., 1927, 12; А. Ф., Борьба хлопка и льна, «ИТНТ», 2, 1928; S c h n e i d e r H., Über d. technische Veränderung d. Leinengarne durch d. Bleichprozess, Dissertation, Leipzig, 1921, p. 121—138; «Das Bleichen d. Pflanzenfasern. 2 Aufl.», Wittenberg, 1922; «Faserforschung», Leipzig, 1921, p. 121—138; «Textil-Forschung», Dresden, 1919, p. 32—34, 1922, p. 101; «Leipziger Monatsschrift für Textilindustrie», Leipzig, 1924, p. 61; Technologie der Textilfasern, hrsg. v. R. Herzog, B. 5, T. 2, Berlin, 1927; Г. П. 328034, 328596, 331802, 336637, 332170, 402255, 406505, 409041, 410724, 411543, 435088, 458909 и 471103, В. П. 30929, Сов. П. 3024.

**КОТРЕЛЯ МЕТОД**, см. *Электродильстры*.

**КОУПЕР** (правильнее каупер), наиболее употребительный *воздухонагреватель* (см.), характеризуемый тем, что продукты горения и нагреваемый воздух делают в его насадке, к-рая образует вертикальные каналы, только один оборот, причем первые идут сверху вниз, а второй—снизу вверх. Для возможно полного поглощения тепла продуктов горения и нагревания воздуха с возможно малым падением  $t^\circ$  необходимо, чтобы насадка К. имела достаточные как поверхность нагрева, так и вес участвующей в теплообмене массы кирпича. Чтобы не было преобладания веса или поверхности нагрева, площадь, занятая кирпичом в поперечном сечении насадки, д. б. равна площади сечения проходов для газа или суммарной площади сечений всех ячеек. Это требование выполняется, если толщина кирпича составляет 0,414 стороны квадратной ячейки, что дает следующие размеры для них (в мм):

Сторона ячейки . . .	200	175	150	125	100	75	50
Толщина кирпича . .	83	73	62	52	41	31	21

Лишь для ячеек со сторонами квадрата в 150 и 125 мм вычисленная толщина кирпича применима в действительности; для более мелких ячеек она слишком мала, т. к. кирпич не только в 21, но даже и в 41 мм толщиной не обладает достаточной строительной прочностью в верхних рядах насадки, где он может размягчаться под влиянием высокой  $t^\circ$ . Что касается ячейки  $200 \times 200$  мм, то указанная для нее толщина кирпича дает излишнюю массу, не участвующую в теплообмене, т. к. произведенные измерения показали, что толщина активного слоя шамота не превосходит 25 мм, чему соответствует при двустороннем нагреве используемая толщина стен ячейки в 50 мм. Однако в верхних рядах насадки можно с пользой увеличивать толщину стен ячеек до 65 мм, т. к. здесь глубина проникновения тепла более значитель-

на, чем в области умеренных  $t^\circ$ , а остывающий неактивным слой кирпича придает ему устойчивость. Воздух, как теплопрозрачное и плохо проводящее тепло тело, нагревается только соприкосновением со стенками кирпича; поэтому, чем выше отношение периметра ячейки к ее поперечному сечению, тем лучше теплообмен; в мелких ячейках теплообмен выше, чем в крупных. Широкие ячейки (обыкновенно  $150 \times 150$  мм) применялись до сих пор только потому, что К. отапливались плохо очищенным газом. Применяя хорошо очищенный газ (не более 0,1 г на  $1 м^3$ ), теперь насадки делают или с квадратными ячейками не более  $100 \times 100$  мм, заменяя их прямоугольными ( $200 \times 50$  или  $150 \times 50$ ), или из спец. пустотелых восьмигранных кирпичей с круглыми ячейками диам. 70 мм и квадратной ячейкой со стороны в 50 мм (см. *Воздухонагреватели*, фиг. 3, F), или из круглых кирпичей—с диам. полости в 50 мм и стенками в 25 мм. Насадка с такими узкими ячейками д. б. рассчитана по допускаемому падению  $t^\circ$  кирпича в период нагрева воздуха. Если  $x$ —вес кирпича (активный) в насадке,  $Q_{eff}$ —количество воздуха (при  $0^\circ$  и атмосферном давлении, в  $м^3$ ), проходящее К. в 1 мин.,  $T$ —требуемый нагрев дутья,  $t$ —падение  $t^\circ$  насадки в 1 минуту, 0,28—теплоемкость шамотного кирпича при средней  $t^\circ$  насадки, а 0,313—теплоемкость  $1 м^3$  нагретого воздуха, то:

$$Q_{eff} \cdot 0,313 \cdot T = x \cdot 0,28 \cdot t; \quad x = Q_{eff} \frac{0,313 \cdot T}{0,28 \cdot t}$$

Задавая  $T$  и  $t$ , можно определять  $x$ ; поверхность нагрева при узких ячейках всегда выходит достаточной (от 1,5 до  $2 м^2$  на  $1 м^3$  дутья, подаваемого в 1 мин., и на каждые  $100^\circ$  нагрева). При  $t=1^\circ$ ,  $T=100^\circ$  и  $Q_{eff}=1$ ,  $x=111,8$  кг. Это значит, что при падении  $t^\circ$  насадки на  $1^\circ$  в 1 мин. и нагреве за это время  $1 м^3$  дутья на  $100^\circ$  нужно иметь 111,8 кг кирпича в насадке. Для современных доменных печей наибольшей производительности (до 1 000 т в сутки) это требование неосуществимо даже при наибольших размерах К.—8 м диам. и 30 м высоты насадки—и приходится мириться с падением темп-ры насадки на 120 и даже  $180^\circ$  в час. Для уменьшения температуры дутья в воздухопроводе горячего дутья прибегают к введению в него холодного воздуха в начале нагрева с постепенным сокращением прибавки по мере работы К. на дутье.

М. Павлов.

Лит.: см. *Воздухонагреватели*.

**НОФЕ**, семена кофейного дерева, произрастающего в тропических странах. Промышленное значение имеют два вида кофейного дерева: арабийское—*Coffea arabica* и либерийское—*C. liberica*. Наибольшее значение имеет арабийское кофейное дерево, известное во многих разновидностях.

*C. arabica*—дерево вышиной от 5 до 6 м (в культуре 2—2,5 м), с вечнозелеными блестящими листьями, с мелкими белыми цветами. Плод—костянка, величиною с вишню, в зрелом состоянии красного цвета. Плод покрыт кожистой оболочкой, под к-рой находится сочная, богатая сахаром плодовая мякоть с двумя семенами (бобами), обращенными друг к другу плоскими сторонами. Каждое семя покрыто роговидной оболоч-



кой, называемой пергаментной, или роговой, под которой находится тонкая семенная оболочка—серебристая кожца; часто на концах ветвей в плоде развивается лишь одно зерно, другое зерно остается в зачаточном состоянии; в этом случае семя получается круглой формы; из таких зерен—перл-кофе—получают особенно ценный сорт К.

*C. liberica* грубее и сильнее аравийского дерева; его семена крупнее и после жарения дают К. с острым запахом и вкусом.

Кофейное дерево размножают семенами; при правильном уходе плантации могут давать урожай до 100 лет; при хищническом хозяйстве урожай вследствие истощения почвы через 20—30 лет падают. Взрослое дерево дает в сбор от 1/2 кг (Ява) до 3 кг (Аравия) семян К. Собранные плоды поступают в обработку для отделения семян от плодовой мякоти и оболочек. Для придания гладкого, красивого вида кофейные зерна полируют во вращающихся барабанах с опилками; иногда для придания блеска прибавляют тальк. По цвету различают кофе желтый, зеленый и «синий». Для улучшения натурального цвета К., испорченного например подмочкой или сыростью, прибегают к искусственной подкраске, для чего применяют свинец, берлинскую лазурь, ультрамарин, индиго, дубильнокислое железо, куркуму, окись железа и пр.

Сорта продажного кофе: мокка, или левантинский К.,—лучший сорт К., получается из Аравии (аравийский К. мокка) и Абиссинии (харарский К. мокка); яванский К.—отличается желтым цветом и крупными зернами; менадо—с-о-ва Целебес; цейлонский К. (особенно ценится плантаторский цейлонский К.); наиболее плохим среди азиатских сортов является К. с о. Суматры; из вестиндских сортов К. лучшими считаются сорта куба и порто-рико, затем идет сорт ямайка и сандоминго; в Центральной Америке известны сорта—мексиканский К., костарика, гватемала, никарагуа; в Ю. Америке имеются многочисленные сорта бразильского К. Бразилия занимает первое место по производству К., давая 60% всего мирового количества К.; наиболее распространенные сорта бразильского К.—сантос и рио. Мировое производство К. в 1924/25 г. достигло 20 000 000 мешков (по 140—145 англ. фн.).

Важнейшая составная часть К.—кофеин (триметилксантин,  $C_8H_{10}N_4O_2$ ), которого в К. содержится от 0,6 до 2,4% в зависимости от сорта (в среднем 1,0—1,3%). При поджаривании бобов К., к-рое ведется в специальных жарочных барабанах при 180—200°, происходят изменения в составе К. (см. табл. 1). При жарении в кофе образуются вещества, к-рые сообщают жареному К. характерный ароматный запах; эти вещества обозначаются общим названием кофеоля. Содержание кофеоля в жареном К., по Эрлману, 0,0557%. В состав кофеоля входят: валерьяновая к-та, фурфуроловый спирт, фурфурол, фенол и азотистое вещество, еще не исследованное, но которое собственно и обладает кофейным запахом. При жарении К. потеря в весе в среднем равна 18%.

Табл. 1.—Изменение состава кофе от поджаривания.

Составные вещества К.	Сырой К., %	Жареный К., %
Вода . . . . .	10,73	2,38
Азотистые вещества . . . . .	12,64	14,13
Кофеин . . . . .	1,07	1,16
Жир . . . . .	11,80	13,85
Сахар . . . . .	7,62	1,31
Декстрин . . . . .	0,86	1,31
Дубильные вещества . . . . .	9,02	4,63
Остальные безазот. вещества	20,30	39,88
Клетчатка . . . . .	24,01	13,07
Минеральные вещества . . . . .	3,02	4,65

К. благодаря содержанию в нем кофеина производит возбуждающее действие на центральную нервную систему; поэтому для лиц, страдающих болезнями сердца, готовят К. без кофеина; для удаления кофеина сырой К. пропаривают и затем экстрагируют бензолом, который извлекает кофеин и незначительное количество друг. веществ. После отгонки бензола кофе высушивают и поджаривают. Кофе без кофеина содержит обычно менее 0,2% кофеина.

Суррогаты К. представляют собою поджаренные и перемолотые растительные материалы; все эти суррогаты не содержат важнейших составных частей К.—кофеина и кофеоля—и по вкусу только отдаленно напоминают настоящий К. Суррогаты кофе можно разделить по их составу на 5 групп: 1) суррогаты, к-рые содержат и ну л и н, —цикорий, одуванчик, земляная груша; 2) суррогаты из богатых сахаром веществ—винные ягоды, цареградские стручки, морковь, свекла; 3) суррогаты из богатых крахмалом веществ—жолуди, ячмень, рожь, овес, пшеница, кукуруза, солод; 4) суррогаты из богатых белками веществ—соя, кофейный горох (*Astragalus baeticus*), люпины (шведский кофе), семена *Cicer arietinum* (французский кофе), семена бамии (гомбо); 5) суррогаты из богатых жиром веществ—орех обыкновенный (лесной), грецкий и американский (*Bertholetia excelsa*), миндаль сладкий, земляной орех (*Arachis hypogaea*), финики (косточки) и другие. При поджаривании этих материалов имеют место карамелизация сахара (от чего зависит темный цвет настоя) и другие более сложные пирогенетические реакции.

Наиболее важным суррогатом К. является корень цикория (*Cichorium intybus*), культивируемого в большом количестве (до 60 000 т сухого корня в год) в Ростовском районе Ярославского округа. Цикорий культивируют как однолетнее растение; в сентябре выкапывают корни, моют их, режут (кроят) на кусочки (кубики) и сушат на лежанках или в плодово-овощных сушилках. Выход сушеного цикория—25% от веса сырого. Сушеный цикорий поджаривают в обжарочных барабанах и размалывают. Цикорный К. служит добавкой как к настоящему кофе, так и ко всем кофейным суррогатам для придания более интенсивной окраски настою из них и для сообщения приятного горьковатого вкуса. Важнейшей составной частью цикория является *инулин* (см.), которого содержится около

18% в сыром корне цикория. Горький вкус цикория зависит от глюкозида—интибина. При поджаривании цикория образуются вещества, обуславливающие вкус и запах жареного цикория; эти вещества носят название—цикорейол (0,08—0,1% в жареном цикории). При жарении сушеный цикорий теряет 25—30% своего веса.

Из других видов суррогатов наиболее распространены: железный К., ячменный К. и К. из винных ягод. К. из злаков (ячмень, рожь, пшеница, кукуруза) отличается малой экстрактивностью и дает слабый настой при заварке, что объясняется содержанием в этих злаках гл. обр. нерастворимого крахмала. Проросшие зерна после жарения дают однако более густые по окраске и более экстрактивные напитки, т. к. во время проращивания образуется *диастаз* (см.). Поэтому солод дает лучший кофейный продукт, чем ячмень. Прекрасный суррогат К. получается из сои (*Soja hispida*). Зерна сои (китайские цвоя) поджаривают до темнокоричневого цвета и размалывают в порошок; в смеси с цикорием и другими суррогатами получается кофейный продукт, содержащий много жира и белков. Химич. состав суррогатов К. приведен в табл. 2.

Табл. 2. — Химический состав суррогатов кофе (в %).

К о ф е	Вода	Азот. вещества	Жир	Сахар	Безазот. экстр. вещества	Клетчатка	Зола	Растворимые вещества
Цикорийный . . . . .	4,2	5,3	2,7	12,1	6% инулина	10,0	6,2	78,5
Из винных ягод . . . . .	20,9	4,1	3,8	24,7	34,6	7,0	4,8	81,0
Ржаной . . . . .	12,5	12,1	3,6	4,1	55,7	8,5	3,6	48,5
Ячменный . . . . .	2,0	13,9	2,2	2,6	68,5	10,9	2,9	51,4
Железудевый . . . . .	10,5	5,8	4,0	3,8	69,3	4,5	2,1	28,9
Из земляного ореха . . . . .	5,0	27,9	50,1	—	12,3	2,4	2,2	24,9
Соевый . . . . .	5,1	39,9	22,7	Крахмал 9,3	—	—	5,9	29,9

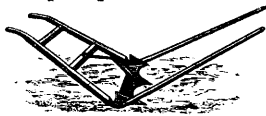
В продаже имеется большое число суррогатов кофе, представляющих смесь различных указанных выше продуктов.

Лит.: Церевитинов Ф. В., Кофе, Товароведение, под ред. П. Петрова и Ф. Церевитинова, т. 4, М., 1929; его же, Суррогаты чая и кофе, Москва, 1919; Hartwich S., Die menschlichen Genussmittel, Leipzig, 1911; Garvens W., Kaffee, Kultur, Handel, Bereitung im Produktionsland, Hannover, 1907; Grafе V., Untersuchungen über d. Zichorie, «Biochemische Ztschr.», В., 1915.

Ф. Церевитинов.

### КОЧКОРЕЗЫ, орудия для удаления кочек.

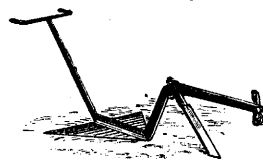
Из них легкие, одноконные, годны для удаления одиночных кочек, а тяжелые—для сплошных кочкарников. Из одноконных К. распространены две системы: Уварова и



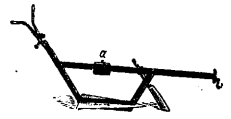
Фиг. 1.

Мантейфеля. Первая (фиг. 1) имеет двухлопастный лемех для подрезания кочки по горизонтали и нож, разрезающий кочку по вертикали. Он снабжен оглобальной запряжкой и деревянными ручками для управления. Недостатки его—расположение ножа сзади носа лемеха, что затрудняет подрезание еще не перерезанной кочки, и оглобельная запряжка, часто не дающая возможности правильно направить кочкорез на середину срезаемой кочки. К. сист. Мантейфеля (фиг. 2) имеет треугольный горизонтальный лемех, состоящий из двух лопастей,

между к-рыми вертикально поставлена пластинка, врезающаяся в поверхность дернины и препятствующая К. сдвигаться вбок.

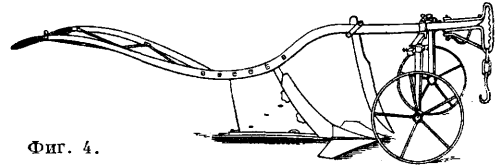


Фиг. 2.



Фиг. 3.

Спереди лемеха на грядиле укреплен нож; конец грядила снабжен регулятором для установки упряжного крюка. Этот К. более



Фиг. 4.

удобен, наиболее распространен и имеет много вариантов. Общий недостаток его—неустойчивость хода в работе: когда К. встречает кочку и лемех его упирается, он стремится повернуться около носа лемеха, и если

в этот момент его не удержат за ручки и не прижать к земле, то он выворачивается и кочка не срезается. Для большей устойчивости хода на грядиле кочкореза иногда располагают передвигной груз *a* (фиг. 3), увеличивающий действие момента веса К. и способствующий уничтожению действия выворачивающего момента. Есть попытки присоединения к грядилу К. колес, которые способствуют устойчивости хода (фиг. 4); последняя конструкция еще недостаточно разработана.

Лит.: Дебу К. И., Луговые орудия, Петербург, 1912. Б. Криль.

**КОЭФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ**, множитель, на который надо помножить произведение эффективных значений напряжения и силы тока в однофазной цепи переменного тока, чтобы получить выражение для электрич. мощности, поглощаемой в этой цепи. При синусоидальном токе К. м. равняется косинусу угла сдвига фаз между напряжением и силой тока. Этот угол обычно обозначают буквой  $\varphi$ , и потому К. м. часто называется  $\cos \varphi$ . Наибольшее возможное значение К. м. равно единице (совпадение фаз). См. *Переменные токи*. На практике стремятся иметь возможно больший К. м. на линиях передач для того, чтобы при данных мощности и напряжении иметь наименьшую возможную силу тока.

Я. Шпильейн.

**КОЭФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ** (кпд), отношение мощности, получаемой от какого-либо устройства, к мощности, подводимой к этому устройству. Обозначается обычно буквой  $\eta$  и выражается в % или в долях единицы; например трансформатор может иметь кпд  $\eta = 95\%$  или  $\eta = 0,95$ . Кпд называется также отдачей.

**КПД**, см. Коэффициент полезного действия.  
**КРАБЬ-МАШИНА**, служит для краб-б о в а н и я, или заварки, камвольных шерстяных либо полшерстяных тканей: костюмных, плательных, подкладочных. Эти ткани при последующих операциях—промывке, крашении,—особенно в виде жгута, легко дают заломы, перекосы, усадку, трудно поддающиеся исправлению; во избежание этих недостатков ткани подвергают заварке, т. е. обработке врасpravку на К.-м. кипящей водой с последующим охлаждением. Шерстяные волокна при этом становятся пластичными и принимают сообщаемую им форму, к-рую сохраняют и после охлаждения. Обработанные таким образом шерстяные ткани не дают заломов, приобретают некоторый постоянный блеск, неспособны сваливаться, давать усадку, перекосы и др.; одновременно ткани распахиваются, так как обычно этой операции подвергаются ткани в виде суровых.

К.-м. состоит из трех деревянных или железных корыт емкостью по 150 л; каждое из них снабжено парой чугунных валов, из которых нижний погружен наполовину в корыто, наполненное водой. Нижний вал приводится в движение при помощи коническ. шестерни, находящейся на конце его оси и в свою очередь соединенной с шестерней главного вала, получающего вращение от трансмиссии; верхний (свободный) вал может передвигаться вверх и вниз в прорезах станины. Увеличение давления на вал достигается при помощи грузов, подвешиваемых к концам рычагов.

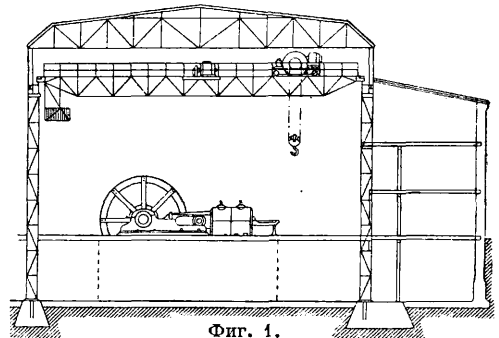
Крабование производится следующим образом. Суровую ткань после опаливания на палильных машинах накатывают врасpravку на железную скалку; к концам ткани пришивают заправочные куски хлопковой ткани, которые предохраняют шерстяную ткань от загрязнения. Ткань со скалки проходит врасpravку через ширительные приспособления в первое корыто, наполненное кипящей водой или горячим (от 50 до 60°) слабым раствором мыла или соды, и накатывается на нижний вращающийся вал; при этом верхним валом ткань прижимается (степень нажима влияет на эффект крабования). После накатки определенного количества ткани нижний вал продолжает вращаться еще от 5 до 10 минут. Затем ткань перекачивают на нижний вал второго корыта, наполненного кипящей водой. После накатки поступают таким же обра-

зом, т. е. дают валу с тканью вращаться еще от 5 до 10 минут; после окончания вращения ткань опять перекачивают на нижний вал третьего корыта, наполненного кипящей или холодной водой, и поступают так же, как и в предыдущих случаях. После окончания крабования в тех случаях, когда последней операцией была обработка горячей водой, ткани дают «стойку», т. е. накатывают ее на скалку и дают охладиться на воздухе.

К.-м. бывают и более прост. устройства— состоят из одного или двух корыт; машины с одним корытом называются б р е н н б о к а м и (Brennböck).

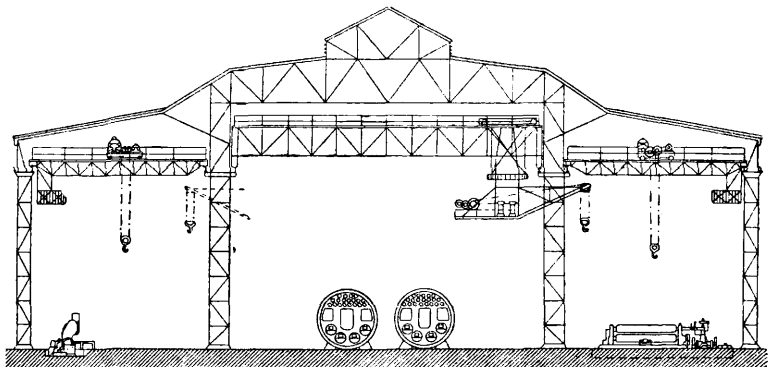
Лит.: Шапошников В., Общая технология волокнистых и красящих веществ, стр. 714—715, Москва—Киев, 1926; Неегманн Р., Technologie d. Textilveredelung, 2 Auflage, Berlin, 1926; Козлик В., Technologie d. Gewebeanpreitung, p. 117—120, Berlin, 1908. Д. Грибоедов.

**КРАНЫ** п о д ъ е м н ы е, грузоподъемные машины, служащие для подъема и перемещения в горизонтальном направлении штучных или одиночных грузов, чем они гл. обр. и отличаются от конвейеров (см.) и транспортеров, применяемых для перемещения массовых грузов непрерывным потоком. К. состоит из грузоподъемной машины в собственном смысле слова— лебедки, при помощи которой совершается подъем груза, и с т а н и н ы, —металлической или деревянной конструкции,—служащей для направле-



Фиг. 1.

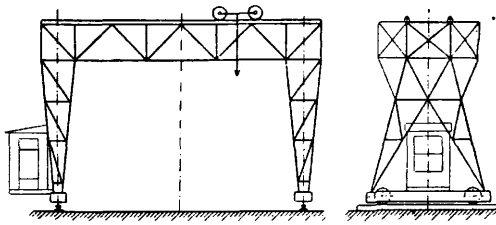
ния тягового органа (цепи или каната) и для горизонтального перемещения груза. Последнее осуществляется горизонтальным перемещением лебедки (катучие краны, раз-



Фиг. 2.

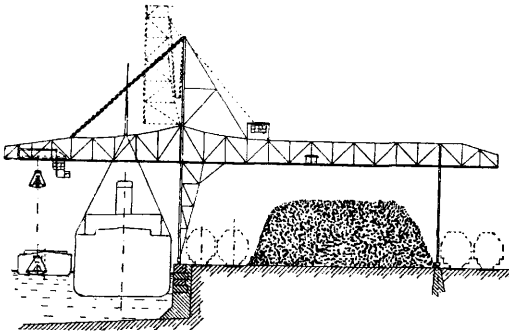
грузочные мосты), всего К. или части его или вращением всего К. или его частей в горизонтальной или вертикальной плоскостях.

Перемещения груза и К. совершаются мышечной силой рабочих (ручные К.) или при помощи механич. двигателей (электрические



Фиг. 3.

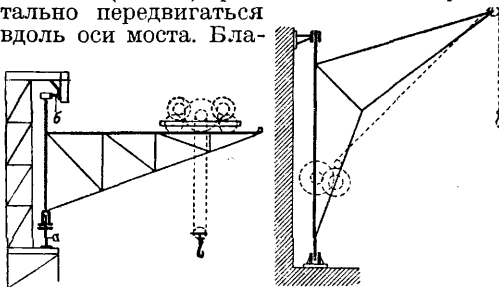
К., гидравлические, паровые и т. д.). По конструктивному выполнению и способу горизонтального перемещения груза К. разделяются на две большие категории—катучие и поворотные К.: в первых горизонтальное перемещение груза осуществляется сложением поступательных горизонтальных перемещений всего К. и частей его (тележки,



Фиг. 4.

кошки), во вторых—комбинацией чисто вращательных или поступательных и вращательных движений.

К катучим К. принадлежат следующие основные типы. Мостовые К. (фиг. 1), в которых весь мост может иметь горизонтальное перемещение, катясь по рельсам, а тележка (кошка) кроме того может горизонтально передвигаться вдоль оси моста. Бла-

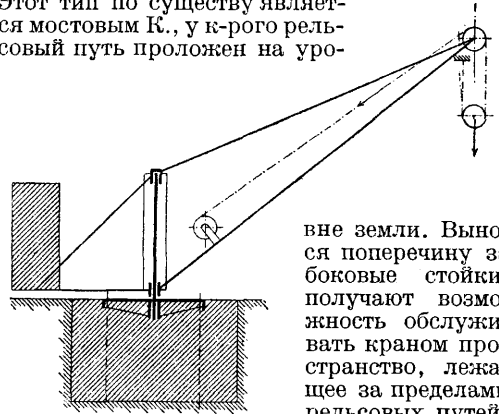


Фиг. 5.

Фиг. 6.

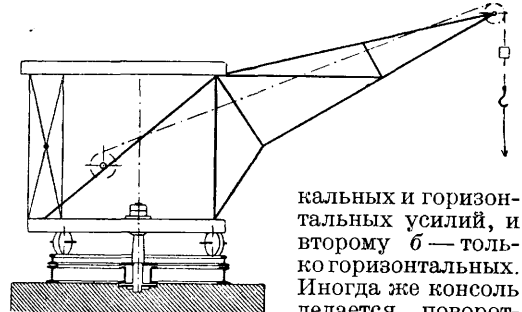
годаря большой точности работы, значительной грузоподъемности, а также тому обстоятельству, что этот тип крана не занимает площади пола, он приобрел значительное распространение в крупных механич., мостостроительных, котельных, металлургич. и т. п. з-дах. Неудобством этой системы является невозможность передачи груза за пределы путей К.; этот недостаток устранен в мостовых К. с поворотной тележ-

кой (фиг. 2). Снабжая тележку мостовых К. соответственными устройствами, их приспособляют для самых различных специальных целей: для паровозных и вагонных мастерских, для загрузки металлургических печей, обслуживания кузниц и пресовых цехов и т. п. Козловые К. (фиг. 3) состоят из неподвижного или катающегося по рельсам П-образного остова (козел), поперечине к-рого катается тележка с лебедкой. Этот тип по существу является мостовым К., у к-рого рельсовый путь проложен на уро-



Фиг. 7.

вне земли. Вынося поперечину за боковые стойки, получают возможность обслуживать краном пространство, лежащее за пределами рельсовых путей; в таком виде этот тип К. часто применяется для обслуживания материальных складов под открытым небом. Дальнейшее развитие этого типа представляет разгрузочный мост (фиг. 4). В крупных разгрузочных мостах кошка заменяется часто поворотной тележкой или катучим поворотным К. Часто в литейных в помощь мостовым К. устанавливают консольные К. (фиг. 5), катящиеся по двум рельсам—одному а, служащему для восприятия верти-

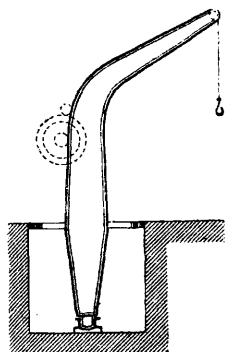


Фиг. 8.

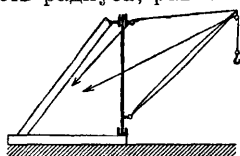
кальных и горизонтальных усилий, и второму б—только горизонтальных. Иногда же консоль делается поворотной для возможности одновременной работы с мостовым К.; в этом случае однако консольный кран д. б. приращен ко второй категории кранов.

Вторая категория К., поворотные К., может быть разбита на три основных типа: 1) К. с простым вращательным движением несущей конструкции; 2) с сложным вращательным движением; 3) с комбинацией вращательного и поступательного движения. Простые поворотные К. разделяются по

конструктивному выполнению на ряд типов. Теоретически говоря, ими обслуживается лишь одна окружность радиуса, равного вылету К. Наиболее простой конструкцией

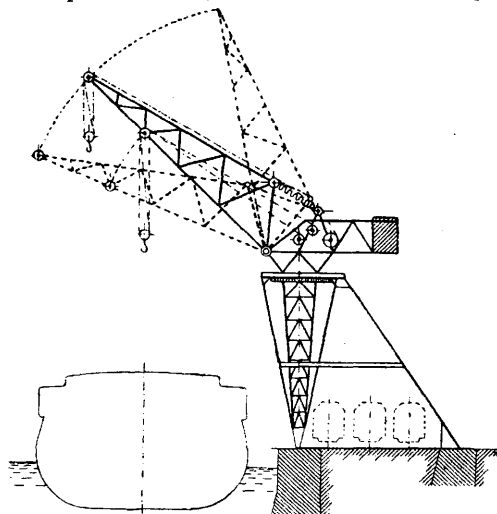


Фиг. 9.



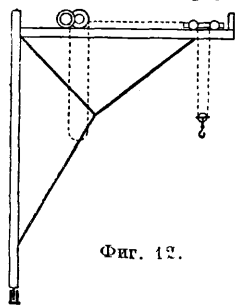
Фиг. 10.

является настенный поворотный К. (фиг. 6); обслуживаемая им часть окружности равна  $180^\circ$ . Для возможности поворо-



Фиг. 11.

та крана на  $360^\circ$  делают поворотные краны на колонне (фиг. 7), на поворотном круге (фиг. 8) и с поворотной колонной — т. н. К. Ферберна (фиг. 9). Простейшую форму поворотного К., у которого горизонтальное перемещение груза совершается при помощи двух вращательных движений стрелы крана, представляет собой т. наз. деррик-кран (фиг. 10), у которого вращающаяся вокруг горизонтальной стрелы укосина прикреплена к вращающейся вокруг вертикальной оси колонне. Верхний подшипник колонны удерживается двумя наклонными подкосами, укрепленными нижней



Фиг. 12.

частью в фундаменте. Далее, упомянутые выше поворотные К. (настенный, на колонне и на поворотном круге) м. б. снабжены подвижной стрелой. К этой же категории К. принадлежит К. с поворотной колонной и подвижной стрелой, изображенный на фиг. 11; характерным отличием этого рода кранов от нормальных кранов Ферберна является высокое расположение опорного поворотного круга, укрепленного особыми подкосами.

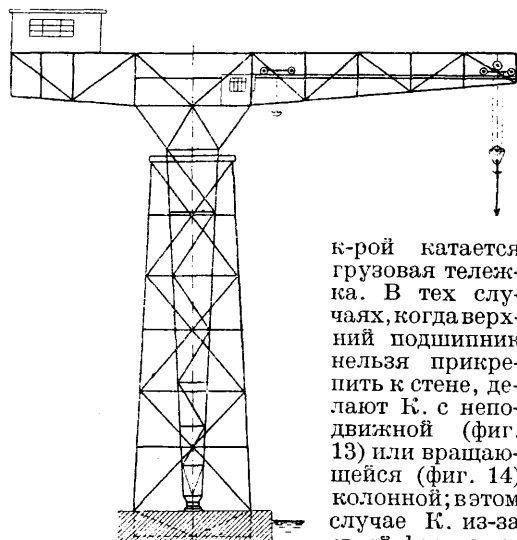
Наиболее совершенной конструкцией К. второй категории являются К., в которых горизонтальное перемещение груза совершается комбинацией вращательного и поступательного движений; при этом возможны три



Фиг. 13.

основные комбинации:

1) остов К. вращается, тележка перемещается горизонтально; 2) весь К. передвигается горизонтально, стрела вращается; 3) остов крана вращается, тележка и весь К. перемещаются горизонтально. Простейшей системой является т. наз. литейный К. (фиг. 12), представляющий собой обыкновенный настенный поворотный К. с горизонтальной стрелой, по

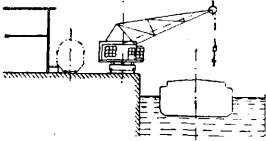


Фиг. 14.

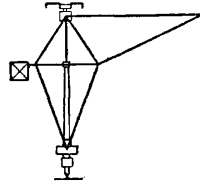
к-рой катается грузовая тележка. В тех случаях, когда верхний подшипник нельзя прикрепить к стене, делают К. с подвижной (фиг. 13) или вращающейся (фиг. 14) колонной; в этом случае К. из-за своей формы называется обычно молотовидным, или башенным, поворотным К.

Иногда К. на поворотном круге снабжают также горизонтальной укосиной, по которой катится тележка. Все описанные выше краны обслуживают кольцевое пространство или кольцевой сектор; при необходимости обслуживания б. или м. продолговатой пло-

шадя делают весь К. передвижным. Простейшая конструкция подвижного поворотного К. изображена на фиг. 15; она является

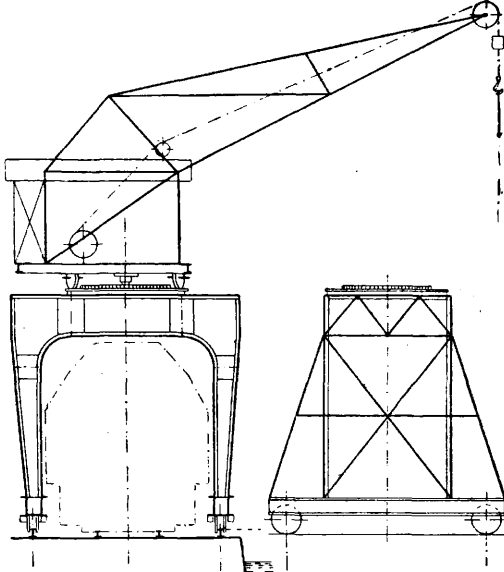


Фиг. 15.



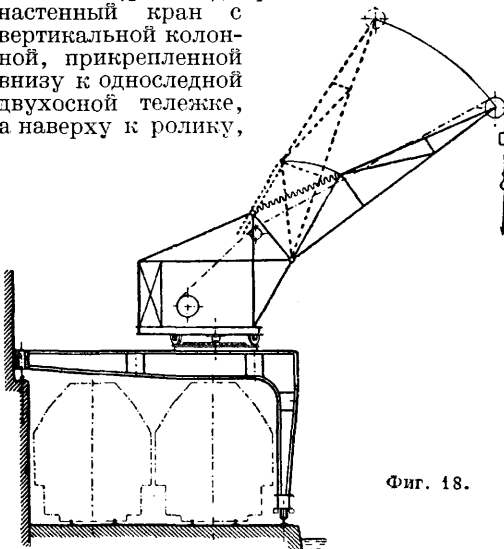
Фиг. 16.

не чем иным, как К. на поворотном круге, поставленном на тележку; эти К. делают также с подвижной стрелой. К этой же кате-



Фиг. 17.

гории К. принадлежит т. н. велосипедный К. (фиг. 16), представляющий собой настенный кран с вертикальной колонной, прикрепленной внизу к односледной двухосной тележке, а наверху к ролику,



Фиг. 18.

опирающемуся на два горизонтальных рельса. Иногда велосипедные К. наподобие ли-

тейных снабжают катушкой кошкой. Чтобы катушечный поворотный К. не отнимал много места и не мешал движению вдоль своего пути, его ставят на рамную ферму—так называемый портал, отчего весь К. получает название порталного (фиг. 17). Иногда при наличии вдоль пути К. подходящих зданий 2-й путь укладывают на вышке, получается полупортальный К. (фиг. 18). К этой же категории кранов относятся консольные поворотные К., разгрузочные мосты с поворотным краном вместо кошки, мостовые К. с поворотной тележкой и многочисленные другие комбинированные конструкции кранов.

Подробности о конструктивном выполнении К. и их экономич. и технич. расчете—см. *Подъемные машины*. Л. Павлушков.

Лит.: см. *Подъемные машины*.

**КРАПЛАК**, см. *Красящие вещества* естественные и *Лаки красильные*.

**КРАСИЛЬНЫЕ АППАРАТЫ**, красильные машины, аппараты для крашения различных волокнистых материалов. Конструкция К. а. обуславливается рядом обстоятельств, из которых существенное значение имеют: 1) стадия механич. обработки и вид волокнистых материалов—напр. непряженный материал, камвольная (чесальная) лента, пряжа в мотках, крестовых шпулях, початках, навоях, ткани, трикотажное полотно, чулочные изделия, гардины, тряпье и др.; 2) характер применяемых для крашения красителей; 3) род волокнистого материала—хлопок, шерсть, шелк (естественный и искусственный и др.); 4) периодичность или непрерывность крашения; 5) ручная или механич. работа. Цель крашения заключается в получении равномерного крашеных волокнистых материалов при обработке их теми или иными красильными растворами в К. а., что сопряжено с известными затруднениями, т. к. при крашении имеем взаимодействие волокнистого материала—твердой фазы—с водным раствором красителя—жидкой фазой. Поэтому для получения ровной окраски К. а. конструируют т. обр., чтобы обработка волокнистых материалов красильн. растворами была по возможности более интенсивной и равномерной во всех их частях. Достигают этой обработки различными способами: 1) во время крашения волокнистый материал передвигают (перетягивают) возможно тщательнее в неподвижном красильном растворе; 2) волокнистый материал остается неподвижным, а красильный раствор находится в движении—циркулирует; 3) волокнистый материал приводится в движение в циркулирующем красильном растворе. Эти способы м. б. положены в основу классификации К. а. Кроме того К. а. удобно разделить на периодические (ручные и механические) и непрерывные.

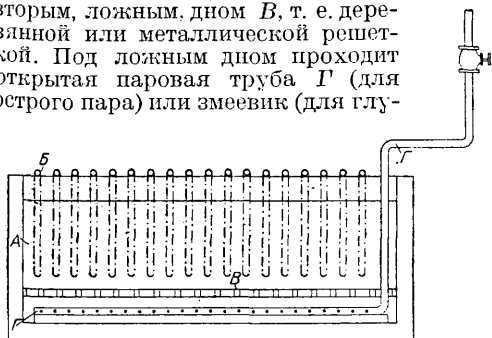
**1. Периодические К. а.**—аппараты, в которых крашение волокнистых материалов производят периодически. В этой группе мы встречаемся со всеми перечисленными тремя типами К. а.

**1.** Красильные аппараты первого типа строят: а) ручные и б) механические.

а) К. а., в к-рых передвижение волокнистого материала при крашении происходит вручную, представляют собою обычно деревянные или металлические (железные, медные) прямоугольные барки, котлы или чаны. В них окрашивают различные волокнистые материалы в разных стадиях обработки: в виде непряденых волокон, тряпья, пряжи в мотках, тканей, чулочных и готовых изделий.

Красильные котлы или чаны. При крашении чаны наполняют красильным раствором, загружают волокнистый материал, причем нагрев красильного раствора производится при помощи острого пара, глухого пара (змеевик) или же голым огнем. Передвижение волокнистого материала производят вручную при помощи шестов, палок или весел. После окончания крашения волокнистый материал раскладывают, промывают и вынимают из котла.

Ручные красильные барки (фиг. 1). Барки строят разных размеров, обычно 2—4 м длиной и 0,8—1 м шир., высота их колеблется в зависимости от длины мотков. Ящики А барок строят из дерева, бетона или металла (меди). Они снабжаются вторым, ложным дном В, т. е. деревянной или металлической решеткой. Под ложным дном проходит открытая паровая труба Г (для острого пара) или змеевик (для глу-



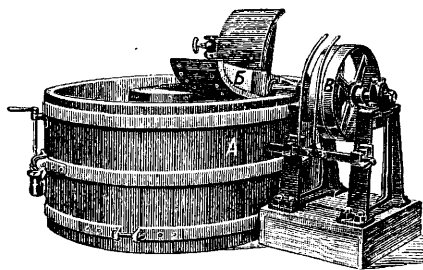
Фиг. 1.

хого пара). В дне имеется отверстие для спуска красильного раствора, закрываемое пробкой. В барках преимущественно окрашивают пряжу в мотках. С этой целью ее завешивают на деревянные, металлические (железные) или стеклянные палки В по несколько мотков на палку. Барку наполняют красильным раствором; палки с пряжей кладут поперек барки; пряжа погружается в красильный раствор целиком или на  $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  своей длины. При крашении сернистыми или кубовыми красителями применяют железные палки формы Г и пряжа, во избежание окисления лейкосоединений красителей, находится под уровнем красильного раствора. Палок обычно берут столько, что если их сдвинуть к одному концу барки, то они займут  $\frac{2}{3}$  ее длины. Для получения ровной окраски во время крашения пряжу перетягивают, т. е. поднимают палку с мотками, продевают внутрь мотка другую палку и при помощи ее поднимают нижнюю часть мотка кверху, а первую палку вынимают. Операцию перетягивания пряжи повторяют несколько раз. Отношение количества красильного раствора к весу окрашиваемого сухого волокнистого материала,

так называемая длина ванны, в этих красильных аппаратах колеблется от 20:1 до 30:1. В случае крашения естественного или искусственного шелка применяются стеклянные палки во избежание разрыва отдельных нитей из-за неровной поверхности деревянных палок. Для предупреждения же всплывания мотков шелка во время крашения на нижние концы мотков кладут стеклянные палки. После крашения шелка для удаления избытка красильного раствора мотки снимают с палок и отжимают при помощи пары резиновых вальцов, расположенных на конце барки. Эти барки применяются для крашения хлопковой, льняной и шерстяной пряжи, а также естественного и искусственного шелка в мотках. Для крашения применяются кислотные, хромировочные, протравные, основные, субстантивные, сернистые и кубовые красители. Для крашения тонких шелковых тканей ручные красильные барки снабжают передвижным вращающимся деревянным барабанчиком, служащим для перетягивания ручную шелковую ткань в виде жгута.

б) Крашение в ручных барках и котлах представляет трудную и дорогую операцию из-за применения ручного труда; поэтому ее заменяют крашением в К. а., снабженных приспособлениями для механического перетягивания волокнистых материалов. В зависимости от того, в какой стадии механич. обработки окрашивают волокнистый материал, приспособления для перетягивания бывают разные: вращающиеся перфорированные барабаны, лопасти, валы, рифленные ролики, крестовины, баранчики и др. Каждый К. а. снабжен водопроводной и паровой трубами и отводной трубой для стока отработанного красильного раствора.

Среди К. а. для крашения непряденых волокон, чулочных изделий и тряпья наиболее распространены: овальный К. а. с лопастями и К. а. с вращающимся барабаном. Овальный К. а. с лопастями (фиг. 2) представляет овальный деревянный чан А, где волокнистый материал передвигается при помощи деревянных перфорированных вращаю-

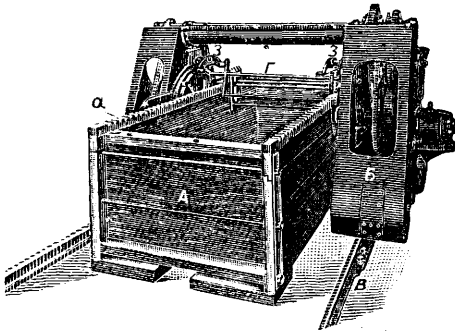


Фиг. 2.

щихся лопастей В, приводимых в движение от привода В; лопасти при вращении прижимают окрашиваемый волокнистый материал ко дну чана, а затем передвигают его в направлении своего вращения. Этот К. а. применяют для крашения тряпья, чулок и непряденого хлопка главн. образ. субстантивными красителями. К. а. с вращающимся барабаном представ-

ляет горизонтальный металлический (напр. из монель-металла) цилиндрич. сосуд, внутри к-рого вращается металлич. перфорированный барабан, иногда разделенный перфорированными стенками на 3—4 части; в образовавшиеся отделения загружают непряяденый хлопок, чулочные изделия, тряпье. К. а. наполовину наполняют красильным раствором, закрывают крышку и приводят барабан во вращение от электромотора. Нагревание красильного раствора производят при помощи глухого пара змеевиком. Вместимость К. а. 27 кг изделий (например чулок); расход механич. энергии  $\sim 1/2$  л.с.

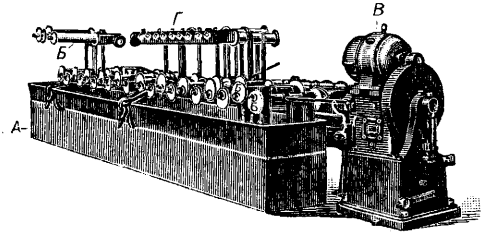
К. а. для крашения пряжи в мотках бывают различных конструкций в зависимости от способа передвижения мотков. Красильная барка с кареткой состоит из деревянной барки А (фиг. 3), боковые продольные стенки которой имеют выемки а для палок Г. На последние завешивают мотки пряжи. Перед крашением барку наполняют красильным раствором. Вдоль барки по рельсам В движется каретка Б, имеющая специальное приспособление З, к-рое захватывает палки с пряжей и перетягивает мотки таким же образом, как это производят вручную. Каретка движется от одного конца барки к другому, причем перемена в направлении хода каретки происходит автоматически. У других конструкций красильн. барок каретка движется по рельсам, проложенным над баркой; этот К. а. применяется главн. обр. для крашения хлопковой пряжи субстантивными, основными и протравными красителями (ализарином). Красильная барка Вильсона представляет деревянную барку, где



Фиг. 3.

вращается на оси крестовина, на к-рой укрепляют медные палки с мотками хлопковой пряжи. Красильную барку наполняют красильным раствором, причем крестовина с пряжей наполовину погружена в красильный раствор. При вращении крестовины (2—3 об/м.) происходит передвижение мотков пряжи в растворе. Этот К. а. применяется для крашения хлопковых швейных ниток субстантивными и основными красителями. Длина ванны 25 : 1; количество завешиваемой пряжи  $\sim 125$  кг; расход механич. энергии  $\sim 2$  л.с. Красильная барка с роликами (фиг. 4) состоит из деревянной или металлической барки А, над к-рой расположены два ряда рифленые деревянные или керамиковые ролики Б; число их мо-

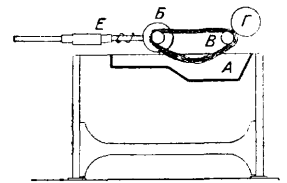
жет доходить до 100 штук. Ролики приводятся во вращательное движение при помощи конических шестерен, соединенных с шестернями, находящимися на главном валу, приобретающем вращение от электромотора В или трансмиссии. На ролики Б завешивают мотки пряжи; при вращении роликов происходит передвижение мотков в красильном растворе, наполняющем красильную барку. Ролики соединены в секции Г до 10 шт. в каждой; после крашения секции



Фиг. 4.

могут подниматься для снятия окрашенных мотков и завешивания других. К этой конструкции относятся К. а. Ульмана, Ташнера, Гербера и др.; их применяют для крашения хлопковой, шерстяной пряжи, а также естественного и искусственного шелка в мотках. При крашении растительных волокон применяются субстантивные, основные, протравные красители, а для животных волокон кроме того — хромировочные и кислотные. Красильная барка с вращающимися дисками состоит из полуцилиндрической деревянной барки, в которой на центральной оси вращаются два диска; на них укреплены четырехгранные деревянные или металлич. палки, на которые завешивают мотки пряжи. При крашении барку наполняют красильным раствором, а диски приводятся во вращение (2—3 об/м.) от привода; при этом мотки периодически попадают в красильный раствор, медленно передвигаются в нем и выходят из него.

При движении дисков палки тоже вращаются, вследствие чего пряжа на них несколько передвигается; таким образом избегают образования непрокрашенных мест в точках соприкосновения мотков с палками. Обыкновенно верхнюю часть К. а. закрывают деревянной полуцилиндрич. формы крышкой во избежание больших тепловых потерь и испарения. Этот К. а. применяют для крашения хлопковой пряжи субстантивными, основными, протравными красителями, а шерстяной пряжи кроме того — кислотными и хромировочными. К таким К. а. относится аппарат Клаудера-Вильдона, Гаубольда и др. Солильная машина для хлопковой пряжи состоит из чугунного корыта А (фиг. 5), наполняемого раствором для обработки пряжи. Над корытом расположена пара вращающихся рабочих валков Б и В, на которые надевают мотки



Фиг. 5.



пряжи. Во время обработки валики вращаются, мотки передвигаются и пропитываются раствором; для лучшего и равномерного пропитывания пряжа отжимается при помощи отжимного валика Г. После пропитывания валик В, вращаясь вокруг оси Е, скручивает мотки и отжимает их. После отжима происходит раскручивание мотка и дальнейшее перетягивание его на валиках на  $\frac{1}{3}$  длины, после чего следует опять отжим; описанная операция повторяется три раза, затем машину останавливают, мотки снимают и надевают другие. Вся работа машины происходит автоматически. Солидная машина применяется для равномерной обработки хлопковой пряжи раствором ализаринового масла при пунцовом крашении, а также нафтолом AS при «ледяном» крашении.

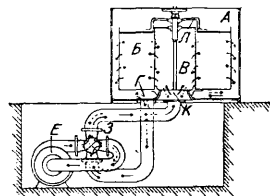
К. а. для крашения тканей различаются друг от друга в зависимости от окрашивания ткани в виде жгута или врасправку. Для крашения тканей и трикотажного полотна в виде жгута наиболее распространены К. а. является красильная я, или *гарансинная барка* (см.). Для крашения тканей врасправку часто применяют *донжикерс* (см.).

2. К. а., в которых волокнистый материал во время крашения остается неподвижным, а циркулирует красильный раствор, носят название механ. К. а. в узком смысле этого слова, так как они были введены в красильную практику в противовес К. а., применявшим ручной труд. Само крашение называется аппаратным. При крашении в этих аппаратах волокнистый материал остается неподвижным, не требует перетягивания, а красильный раствор приводится в движение (циркулирует) при помощи насоса или пропеллера; этой циркуляцией достигается ровность окраски. Механические аппараты приобрели большое значение в последнее время для крашения непряженных волокон (хлопка, шерсти), камвольной ленты, пряжи в мотках и особенно в виде початков, крестовых шпудль (конических, цилиндрических, солнечных), навоев, а также для трикотажных изделий. Крашение пряжи в виде початков, крестовых шпудль и навоев делает излишними некоторые операции перемотки (в мотки), удорожающие производство и вредно отражающиеся на волокнах, давая до 7—10% брака и угаров. Аппаратное крашение кроме экономичности, механизации и ускорения работы имеет еще и то преимущество перед другими способами, что дает лучшие результаты в смысле ровности окраски. Механические К. а. разделяются на четыре группы: а) у п а к о в о ч н о й системы, б) н а с а д о ч н о й, в) п о д в е с н о й и г) с м е ш а н н о й («универсальных»). К ним отчасти можно отнести так наз. п е н н ы е К. а. Признаком деления К. а. является способ загрузки в них волокнистых материалов. К. а. состоят из красильного бака, наполняемого красильным раствором, приспособления для загрузки волокнистого материала—т. наз. каретки, насоса (ротационного, центробежного) или пропеллера, производящего циркуляцию красильного раствора, паровых

труб для нагрева его острым или глухим паром, водяных труб для подачи воды, четырехходового вентиля для перемены направления циркуляции раствора и красильного бака для растворения красителей. Для К. а. насадочной системы кроме того требуется вакуум-установка, состоящая из вакуум-насоса и регулятора разрежения. В качестве материала для механических К. а. применяют железо, чугун, никелин (для крашения растительных волокон), дерево, медь (для животных волокон). Применяемые для крашения в этих аппаратах красители должны обладать хорошей растворимостью и эгализационной способностью, т. к. в противном случае волокнистый материал, действуя в качестве фильтра, задержит нерастворившиеся частицы красителя и вызовет образование неровной и пятнистой окраски.

а) К. а. упаковочной системы называются так потому, что волокнистый материал в них окрашивается в упакованном виде, равномерно и плотно уложенный. В них окрашивают хлопок и шерсть в виде непряженных волокон, камвольной (чесальной) ленты, пряжи в мотках, початках, крестовых шпудлях, чулочных изделий и тряпья. Имеется много К. а. этой системы, отличающихся лишь в деталях.

К. а. системы Обермайера (фиг. 6) состоит из красильного бака А, внутри которого находится так называем. к о р з и н а—два концентрических цилиндра, представляющих одно целое; корзина снизу закрыта, а сверху имеет крышку; кольцевое пространство В между цилиндрами за-

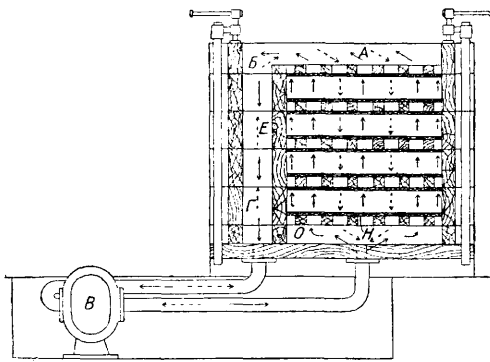


Фиг. 6.

заполняется окрашиваемым материалом. Корзину можно при помощи талей вынимать из красильного бака для загрузки и разгрузки. Внутренний цилиндр В снизу открыт и насаживается на конич. насадку К, находящуюся на дне красильного бака и соединенную трубой с центробежным или ротационным насосом; последний производит циркуляцию красильного раствора таким образом, что раствор подается насосом во внутреннюю часть цилиндра, проходит через его отверстия в цилиндр В, наполненный волокнистым материалом, а отсюда через отверстия попадает в красильный чан А; из чана раствор через отверстие Г по трубе засасывается насосом Е. Четырехходовой вентиль З позволяет менять направление циркуляции красильного раствора. Перед крашением в корзину укладывают волокнистый материал возможно тщательнее и плотнее во избежание получения неровной окраски, после этого при помощи талей устанавливают ее в красильном чане, закрывают крышкой Л, наполняют красильным раствором (обыкновенно заготовляемым в отдельном баке) и пускают насос. Для нагрева красильного раствора применяют острый или глухой пар. По окончании крашения красильный раствор откачивают в бак или удаляют в канализационную сеть,

расхолаживают, промывают водой, а затем корзину вынимают из красильн. бака для разгрузки волокнистого материала. Красильн. аппараты построены из железа, никелина (для крашения сернистыми красителями) и из меди (для остальных видов крашения). Длина ванны колеблется от 6:1 до 20:1. Количество загружаемого волокнистого материала может доходить до 500 кг (для тряпья). Обыкновенные К. а. Обермайера вмещают 100 кг. Расход механической энергии ок. 5—6 л. Для увеличения загрузки без ущерба для ровности окраски строят К. а.: с двойной загрузкой — на 200 кг и строенные — на 300 кг; они имеют общий красильный чан и соответственно 2—3 корзины. К. а. Обермайера применяют для крашения шерсти субстантивными, основными, кислотными и хромировочными красителями и для крашения хлопка субстантивными, основными и нек-рыми сернистыми (последние окрашивают гл. обр. в темные цвета). Крашение в К. а. упаковочной системы сернистыми красителями в светлые цвета и кубовыми может привести к неровной окраске, т. к. в этих аппаратах нельзя равномерно удалить красильный раствор, оставшийся после крашения на волокнах. Для экономии неиспользованного при крашении красителя, а также для упрощения работы имеются конструкции К. а., у которых корзина является одновременно и корзиной рядом стоящей центрифуги; после крашения корзина с волокнистым материалом вынимается из красильного бака и при помощи талей передается на центрифугу, где и происходит отжим волокнистого материала.

К. а. Эссера представляет собою обыкновенно деревянный чан, снабженный металлич. (медной) перфорированной решеткой — ложным дном, под к-рым проходит паровая труба для острого или глухого пара. В се-



Фиг. 7.

редине К. а. проходит открытый сверху и снизу медный цилиндр (в верхней своей части он перфорирован). Внутри этого цилиндра установлен пропеллер для циркуляции красильного раствора; приводится он в движение с помощью вала от привода. Перед крашением в К. а. задают волокнистый материал до 250 кг (непряденая шерсть или хлопок), закрывают перфорированной медной крышкой и наполняют красильным раствором, затем пускают в ход пропеллер (переменной направления движения пропеллера

можно изменить направление циркуляции раствора). Длина ванны от 15:1 до 20:1. Нагрев красильного раствора производят острым или глухим паром. После крашения К. а. расхолаживают, волокнистый материал промывают холодной водой и выгружают. К. а. Эссера применяют главн. обр. для крашения непряденой (рунной) шерсти кислотными, хромировочными и субстантивными красителями. Расход механической энергии ~ 4 л.

Ящичный К. а. (фиг. 7) состоит из нескольких (4—6) деревянных ящиков, расположенных друг над другом. Ящики вместо дна имеют деревянные брусья *O*, на которых помещается плетенка *H* из ивовых ветвей. Ящики разделены поперечными деревянными стенками *E* на две части — большую *A* и меньшую *B*. Большая часть *A* разделена на секции, в которых укладывают волокнистый материал. Благодаря такой укладке нижний слой волокон не испытывает давления от вышележащих, они не спрессовываются и потому не затрудняют циркуляции красильного раствора. При помощи ротационного насоса *B* или пропеллера происходит циркуляция раствора так, обр., что раствор из отделений *A* засасывается насосом *B*, а отсюда нагнетается в отделение *B*, переливается через верх стенки *E* и попадает в отделение *A*, заполненное волокнистым материалом. Направление движения красильного раствора можно переменить, применяя четырехходовой вентиль. Такие К. а. применяют для крашения непряденой шерсти, хлопка, пряжи в мотках, крестовых шпуль, початков и чулочных изделий. Животные волокна в этих К. а. окрашивают основными, кислотными, хромировочными и субстантивными красителями, а растительные — субстантивными.

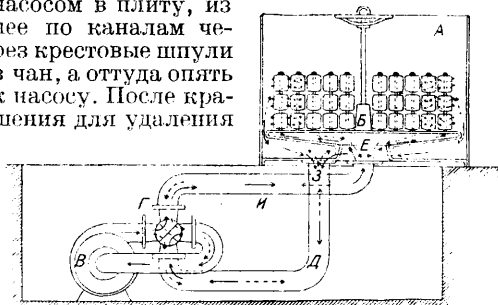
Циркуляционный куб применяют для крашения рунной шерсти кубовыми индигоидными красителями (см. *Индиго*. Применение *И*. в крашении).

б) К. а. насадочной системы применяют для крашения хлопковой и шерстяной пряжи в виде крестовых шпуль, початков, навоев, а также камвольной, чесальной ленты (топса). Общее в этих аппаратах то, что при крашении початков, крестовых шпуль, навоев они насаживаются на шпиндели — полые перфорированные металлич. стержни. Эти аппараты находят большое применение, т. к. в них: 1) достигают более ровной окраски, чем в аппаратах упаковочной системы; 2) материал менее зацутывается при крашении; 3) можно применять кубовые и сернистые красители в виду возможности пользоваться отсосом для равномерного удаления красильного раствора. Составные части К. а. след.: 1) красильный чан, 2) каретка — приспособление, имеющее шпиндели, на к-рые насаживают початки, крестовые шпули (в случае крашения основ применяют один большой шпиндель — перфорированный металлич. цилиндр, на к-ром находится основная пряжа в виде навоя); 3) насос (центробежный или ротационный) для циркуляции красильн. раствора; 4) четырехходовой вентиль для перемены направления движения красильного раствора;

5) вакуум-установка для частичного обезвоживания початков, крестовых шпудль и навоев после крашения; 6) бак для растворения красителей. К. а. бывают открытые и закрытые; в первых крашение происходит при обыкновенном, а во вторых—при повышенном давлении (до 2 atm). У К. а. насадочной системы длина ванны бывает от 6:1 до 2:1. Баки изготовляются из железа, чугуна, меди или никелина (для крашения хлопка) и из дерева, меди (для шерсти). Загрузка у К. а. (конструкции Брендвада) достигает 810 кг (для крестовых шпудль) и 1500 кг (для навоев). Обыкновенно для крестовых шпудль применяют красильные аппараты на 50—150 кг, для початков 60—80 кг и для навоев 70—280 кг.

К. а. для крашения початков и крестовых шпудль бывают разных конструкций в зависимости от устройства кареток, к-рые м. б. вертикальными цилиндрами, вертикальными или горизонтальными плитами и др. Кроме того эти К. а. могут быть открытыми или закрытыми. Початки дают много красильного брака из-за невозможности получить хорошую и однородную намотку, а кроме того размотка их сопряжена с затруднениями; поэтому в настоящее время початки все более уступают место крестовым шпудлям. Ниже приводятся наиболее распространенные типы этих аппаратов. К. а. Циттауского машиностроит. завода (фиг. 8) состоит из красильного чана *A* и каретки *B* с крестовыми шпудлями. Каретка—полая металлическ. горизонтальная плита; в нее ввернуты полые вертикальные никелевые перфорированные шпиндели, на к-рые насаживаются крестовые шпудли. Каретка устанавливается в красильном чане т. о., что она соединяется через отверстие *E* трубой *И* с ротационным насосом *B*, приводящим в движение красильный раствор. Перед крашением насаживают крестовые шпудли на шпиндели, каретку захватывают цепью и устанавливают в красильном чане; чан наполняют красильным раствором и пускают в ход насос. Циркуляция происходит таким образом: красильный раствор подается внутрь плиты, распределяется по шпинделям, проходит через крестовые шпудли в красильный чан, а оттуда через отверстие *З* по трубе *Д* к насосу. Для перемены направления циркуляции пользуются четырехходовым вентилем *Г*. Длина ванны у этих К. а. 6:1—12:1; загрузка 75—100 кг хлопковых крестовых шпудль; расход механич. энергии ~ 5—6 Р. После крашения каретку на цепях поднимают и соединяют с вакуум-насосом для равномерного удаления избытка красильного раствора. Эти аппараты применяют для крашения хлопка субстантивными, сернистыми, кубовыми, основными красителями, а для шерсти—кислотными, хромировочными и основными. К этому типу аппаратов близки К. а. с вертикально расположенной плитой. У закрытых К. а. в красильн. чан устанавливают вертикальный полый цилиндр со шпинделями (например К. а. систем Тисса, Обермайера) и закрывают его крышкой. Крашение производят под некоторым давлением (до 2 atm) для лучшего прокрашивания волокон. К. а.

бесшпиндельные (сист. Кранца) специальных металлических шпинделей не имеют, и вместо них эту роль выполняют перфорированные бумажные гильзы самих крестовых шпудль. К. а. состоит из четырехугольного красильного чана, в котором находится полая металлическая плита; на верхней поверхности плиты имеются отверстия, в которые вставляются гильзы крестовых шпудль. Крестовые шпудли уложены друг над другом в несколько рядов и соединяются при помощи керамиковых полых дисков. При такой укладке крестовых шпудль получается внутренний канал, образованный гильзами и дисками. Перед крашением на плите укладывают крестовые шпудли, наполняют чан красильным раствором и пускают в ход насос; красильный раствор подается насосом в плиту, из нее по каналам через крестовые шпудли в чан, а оттуда опять к насосу. После крашения для удаления



Фиг. 8.

избытка красильного раствора плиту соединяют с вакуум-насосом. Эти К. а. применяются для крашения хлопковых и шерстяных крестовых шпудль.

К. а. для крашения пряжи (гл. обр. хлопковой) в виде навоев бывают горизонтальные, вертикальные, открытые и закрытые. Горизонтальный открытый К. а. для крашения навоев представляет собой открытый железный или чугунный чан, в котором устанавливают (горизонтально) от 1 до 4 навоев; навои—большой полый, перфорированный металлич. цилиндр (катушка), с одной стороны закрытый; на нем намотана основная пряжа. При помощи насоса красильный раствор засасывается из чана, подается во внутреннюю часть перфорированного цилиндра, проходит через его отверстия, основу и попадает опять в красильный чан, а оттуда к насосу. Применяя четырехходовой вентиль, можно изменять направление циркуляции. Для нагрева красильного раствора имеется на дне чана паровая труба для острого пара или змеевик для глухого пара. После крашения навои вынимают и отсасывают из него избыток красильного раствора, соединяя открытую часть цилиндра навои с вакуум-насосом. Вертикальные открытые К. а. состоят из тех же частей, но только навои в них устанавливаются вертикально в красильном чане, закрываемом крышкой. Закрытые К. а. работают под некоторым давлением (до 2 atm) для лучшего прокрашивания навоев, а также для предохранения от окисления лейкосоединений кубовых красителей. В последнее время появились вертикальные закрытые К. а. (Брендвада), приспособленные для

крашения навоев и крестовых шпудль, с загрузкой 126—1 500 кг. Они состоят из вертикального железного котла, в котором устанавливают от 1 до 12 навоев. Цилиндры навоев сверху закрыты, а снизу открыты и при помощи полой плиты соединяются с насосом. При крашении котел наполняют красильным раствором, закрывают крышку и пускают в ход насос, производящий циркуляцию раствора (перемена циркуляции достигается при помощи четырехходового вентиля). По окончании крашения красильный раствор из котла откачивают, а из навоев избыток красильного раствора удаляют продуванием в них сжатого воздуха. Этот К. а. можно использовать и для крашения крестовых шпудль: для этого применяют подую плиту с ввернутыми в нее восьмигранными дырчатыми полыми трубами. На них насаживают крестовые шпудли, к-рые после насаживания подвергаются прессованию на специальном прессе для достижения одинаковой плотности по всей длине. Этому способствует также наличие у крестовых шпудль трикотажных «чулок» вместо гильз. Подготовленные т. о. крестовые шпудли устанавливают в котле, в к-ром и происходит их крашение в общем так же, как у навоев. Загрузка крестовых шпудль в красильные аппараты Брендвуда 68—810 кг.

К. а. для крашения камвольной ленты (топса) состоит из красильного чана, внутри которого устанавливается полая металлич. плита с ввернутыми в нее полыми металлич. перфорированными трубами; на эти трубы насаживается топс в виде круглых свертков. При крашении красильный раствор засасывается насосом из чана, нагнетается по трубе через плиту и полые трубы с топсом, попадает в чан, а оттуда снова к насосу. Эти К. а. применяют главным образом для крашения шерстяной камвольной ленты (топса) кислотными, хромированными и субстантивными красителями.

в) К. а. подвесной системы применяются исключительно для крашения хлопковой или шерстяной пряжи в мотках, завешенных на палках; такие К. а. состоят из: 1) красильн. чана, 2) приспособления, на к-ром завешивают пряжу в мотках, 3) насоса или пропеллера и 4) паровых труб для обогрева красильного раствора. Загрузка пряжи в этих К. а. достигает 70—100 кг. Длина ванны составляет от 12:1 до 20:1. К. а. построены из чугуна (для крашения хлопка) или дерева (для крашения шерсти). Крашение хлопка производят субстантивными, основными и некоторыми сернистыми красителями (черными), а шерсти—кислотными, хромированными, субстантивными и основными. Примером такого К. а. может служить аппарат Циттауского машиностроительного завода для крашения шерстяной пряжи; он состоит из красильной барки, разделенной перегородкой на две части. В одной части завешивают на палках мотки шерстяной пряжи, в другой части устанавливают пропеллер, паровые трубы и здесь же задают необходимые для крашения растворы красителей и химическ. материалов. С помощью пропеллера происходит циркуляция раствора т. о., что красильный рас-

твор из первого отделения подается через отверстия в нижней части перегородки во второе отделение, где завешена пряжа, переливается через верхнюю часть перегородки в первое отделение и т. д. В случае перемены направления вращения пропеллера происходит перемена направления циркуляции раствора.

г) Универсальные К. а. представляют собой смешанный тип рассмотренных систем—упаковочной, насадочной и подвесной. К. а. Обермайера, Конена, Циттау, Кранца, Гаубольда и других имеют несколько приспособлений (кареток) для загрузки волокнистых материалов в разных стадиях обработки; так, они имеют: 1) перфорированный цилиндр для загрузки непряженого хлопка, пряжи, чулочных изделий; 2) плиту со шпинделями для насадки крестовых шпудль и початков; 3) приспособление для завешивания мотков шерстяной и хлопковой пряжи и т. д. Благодаря этим кареткам один и тот же К. а. может быть аппаратом упаковочной, насадочной, подвесной системы.

К механич. К. а. могут быть отчасти отнесены т. н. пенные К. а. Особенностью их является крашение хлопковых початков и крестовых шпудль субстантивными и сернистыми красителями в мыльной пене. К. а. представляет собой прямоугольный железный или деревянный ящик, куда помещают решетчатый ящик, не доходящий до дна на 0,25 м. Это пространство под решетчатым ящиком заполняют красильным раствором (~400 л) в таком количестве, чтобы верхний уровень его был ниже дна решетчатого ящика. К раствору добавляют мыла, ализаринового масла или других веществ, пенящихся при нагревании. Нагревание раствора производят при помощи мезевика, расположенного на дне К. а. В решетчатый ящик закладывают около 100 кг крестовых шпудль. При крашении нагревают красильный раствор, последний пенится, и пена попадает в решетчатый ящик, содержащий крестовые шпудли. Мыльная пена, уменьшая поверхностное натяжение красильного раствора, способствует лучшему прощипыванию его в крестовые шпудли и прокрашиванию их. В этих К. а. волокнистый материал остается неподвижным, а красильный раствор проникает в волокнистый материал вследствие перехода раствора в пенное состояние.

3. Примером К. а., в к-рых волокнистый материал во время крашения передвигается, а красильный раствор циркулирует, может служить красильный аппарат для крашения чулок сист. Яна. Он представляет собою деревянный чан, в к-ром на оси вращается диск с завешенными на крючках чулками в количестве 6—48 кг. Чан наполняют красильным раствором и пускают в ход насос, заставляющий циркулировать красильный раствор с нижней части чана в верхнюю. Во время циркуляции диск с чулками вращается; так. обр. здесь имеем крашение движущегося волокнистого материала в циркулирующем растворе. Расход механической энергии ~ 0,3—0,5 НР. После крашения красильный раствор спускают, промывают мате-

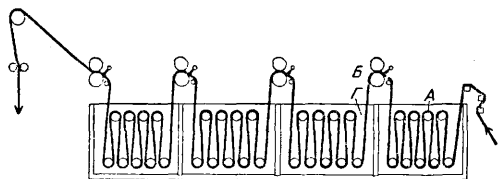
риал и диск вынимают (при помощи цепей) вместе с чулками. Этот К. а. применяется главным образом для крашения субстантивными красителями.

**II. Непрерывные К. а.** применяются для крашения волокнистых материалов непрерывным ходом. Они, так же как и периодические К. а., различаются в зависимости от передвижения волокнистых материалов, циркуляции красильного раствора, стадии механич. обработки волокон и др. Однако здесь имеют значение лишь те К. а., в которых волокнистый материал передвигается (в нециркулирующем или в циркулирующем) красильном растворе. Передвижение в них волокнистых материалов происходит при помощи механич. энергии.

1. К. а., в которых волокнистый материал передвигается в нециркулирующем красильном растворе, удобнее всего рассмотреть по стадиям механич. обработки волокнистых материалов.

а) К. а. для крашения пряжи в мотках (системы Планелла) применяется для непрерывного крашения хлопковой или льняной пряжи индиго; аппарат состоит из железного прямоугольного ящика—куба, наполняемого красильным раствором. Пряжа в мотках завешивается на плоских железных палках, укрепленных на крючках бесконечной железной цепи, которая с прижиг входит с одного конца куба, проходит через него по направляющим зубчатым колесам и выходит с другого конца; затем пряжа поднимается над кубом и возвращается к передней его части, где ее снимают. Таким образом пряжа, попадая в куб, обрабатывается раствором лейкоиндиго, при выходе же из куба отжимается парой чугунных покрытых резиной валов и подвергается окислению на воздухе, после чего снимается для последующих промывок.

б) К. а. для крашения хлопковой пряжи в виде основ состоит (фиг. 9) из



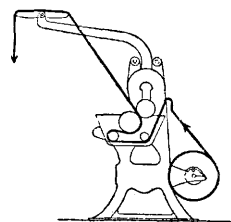
Фиг. 9.

1—4 железн. или деревянных прямоугольных ящиков А, которые снабжены направляющими роликами Г; между отдельными ящиками расположены отжимные валы Б. Ящики (первый, а иногда и второй) наполняют красильным раствором, а остальные служат для промывки. Основы (жгуты нитей хлопковой пряжи) в виде 2—8 жгутов, отделенные друг от друга направляющим гребнем, проходят под уровнем раствора через весь К. а., где окрашиваются, промываются и отжимаются. В виде таких основ красят иногда ниточную хлопковую пряжу. Крашение производят субстантивными и сернистыми красителями.

в) К. а. для крашения тканей врасправку весьма распространены, так как крашение в них происходит быстро и доволь-

но ровно. К ним принадлежат открытые К. а.—плюсовка, проходные аппараты, и закрытые (К. а. Костина).

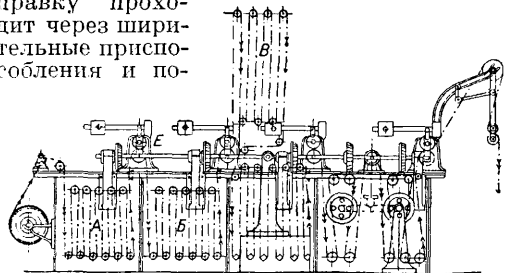
Плюсовка, или фулярная машина, применяется для быстрого и равномерного крашения или пропитывания тканей растворами красителей или хим. материалов. Растворы эти называют плюсами, а процесс — плюсованием. Плюсовкой пользуются гл. обр. для плюсования хлопковых тканей растворами черноанилиновых плюсов, нафтолятов ( $\beta$ -нафтола, нафтола AS и др.), хризондина (для паракоричневого), ализаринового масла, таннина, катанола, закрепителя Т, субстантивных и кубовых красителей, а также растворами некоторых минеральных солей (для образования минеральных красителей на волокне). Плюсовка состоит из деревянного или металлического (медного или железного) корыта с укрепленными внутри направляющими роликами, по которым проходит ткань; в корыто наливают раствор плюса; подогрев его, во избежание разбавления, производится глухим паром при помощи змеевика, продолженного на дне корыта; над корытом расположены 2—3 вала, равномерно отжимающие избыток плюса из ткани. Один из валов покрыт слоем резины для лучшего отжима; другие — обыкновенно медные или чугунные. Верхние валы прижимаются к нижним при помощи системы рычагов грузами. Ткань проходит врасправку через ширительные приспособления в корыто, пропитывается раствором плюса, после чего отжимается между вращающимися валами («жалом») и поступает в сушилку для сушки, или в мокром виде накатывается на ролик, или укладывается в тележку. Для лучшего пропитывания растворами плюсов ткань пропускают обычно не в одно, а в два жала, т. е. после прохода через первую пару отжимных валов ткань опять возвращается для пропитывания в корыто, после чего проходит для отжима между вторым и третьим валом (через второе жало). Для кубовых красителей применяют плюсовки с несколько наклоненным верхним валом (фиг. 10) и частично погруженным в раствор плюса; такое расположение отжимных валов предохраняет ткань до отжима от соприкосновения с воздухом, поэтому на ней не происходит образования пятен от пены окислившихся лейкосоединений красителей. При плюсовании ткань обычно уносит 100% (по весу сухой ткани) плюса. Производительность плюсовки 30—90 кусков в час. Расход механич. энергии 2—3 лр.



Фиг. 10.

Проходной аппарат применяется для крашения хлопковых тканей врасправку, если требуется более продолжительное (чем в плюсовке) их пребывание в растворе красителей. В проходных аппаратах красят сернистыми, основными, субстантивными (диазотировочными и проявительными) ледяными красителями и индиго. Кроме того в них производят различные

обработки (хромпиком, рвотным камнем и др.) после крашения и печатания, а также мыловки и промывки. Проходные аппараты (фиг. 11) состоят из 3—10 прямоугольных железных (иногда деревянных) ящиков; каждый из них имеет два ряда (вверху и внизу) направляющих железных роликов, по которым проходит врасправку ткань под уровнем жидкости. Между ящиками расположены вращающиеся чугунные отжимные валы, которые удаляют избыток раствора; при помощи этих валов ткань передвигается из ящика в ящик. В первом ящике (иногда и во втором) находится красильный раствор, если нужно, подогреваемый паром при помощи змеевика. В случае крашения ледяными красителями первый ящик проходного аппарата, содержащий диазораствор, делается небольших размеров с двойными стенками; промежуток между стенками заполняют льдом для охлаждения диазораствора; остальные служат для холодных и горячих промывок и мыловок. При крашении сернистыми черными красителями в проходных аппаратах (фиг. 11) ткань врасправку проходит через ширительные приспособления и по-



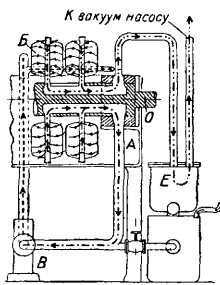
Фиг. 11.

падает в первый ящик *A*; здесь она делает несколько вертикальных ходов, пропитывается раствором красителя и после отжима парой валов *E* попадает во второй ящик *B*, тоже наполненный раствором красителя (иногда раствор красителя находится только в первом ящике, тогда второй ящик содержит промывные воды); в остальных ящиках—в 3-м и 4-м—происходят промывки и мыловка (промывные воды второго и третьего ящика, содержащие незакрепленный тканью краситель, применяют для растворения красителя). Ткани иногда после второго ящика дают несколько ходов *B* на воздухе для окисления красителя, после чего ткань попадает в третий и следующие ящики. При крашении ледяными красителями нафтолированная ткань попадает в первый ящик, обрабатывается диазораствором, а затем для окончания реакции сочетания ей дают несколько воздушных ходов, после чего в остальных ящиках ее промывают и мылуют. В настоящее время начали применять проходные аппараты для непрерывного крашения основными, а также субстантивными красителями—типа диаминогеновых (см. *Диаминогеновые красители*), последующим диазотированием и проявлением. Производительность проходных аппаратов 30—50 кусков в час; расход механич. энергии 8—10 НР. Для крашения хлопковой ткани индиго применяют непрерывный

проходной аппарат специальной конструкции—куб Вельтера и др. (см. *Индиго*).

Кроме открытых *K. a.* в последнее время предложен (Костиним) з а к р ы т ы й *K. a.*, состоящий из двух частей—собственно *K. a.* в *K.*-ром происходит окрашивание хлопковой ткани, и т. н. регенератора—закрытого промывного ящика для улавливания и использования незакрепленного тканью красителя. Этот *K. a.* применяется для крашения хлопковых тканей (врасправку) субстантивными, сернистыми, кубовыми красителями.

2. *K. a.*, в которых волокнистый материал передвигается в циркулирующем красильном растворе, применяются в настоящее время для крашения непряженого хлопка (*K. a.* Бреддвуда) и хлопковых крестовых шпудль нафтолом *AS*. *K. a.* для крашения непряженого хлопка (Бреддвуда) состоит из 5—6 прямоугольных железных ящиков: внутри каждого из них находится перфорированный сетчатый никелиновый горизонтальный цилиндр, соединенный трубами и циркуляционным насосом с соответственным ящиком. При помощи насоса красильный или другой раствор засасывается из середины перфорированного цилиндра и подается в этот же ящик. Между отдельными ящиками расположены отжимные чугунные валцы. В первых трех ящиках находится красильный раствор, а в остальных—промывные воды. Крашение хлопка происходит т. о.: хлопок разрыхляется на волчке, подается транспортером к *K. a.*, где он захватывается и попадает между двумя наложенными друг на друга непрерывно движущимися никелиновыми бесконечными сетками; они передвигаются с хлопком (слоем толщиной 12—13 мм) через весь *K. a.*, огибая снизу перфорированный цилиндр и проходя между отжимными валами. Во время движения сетки с хлопком происходит циркуляция красильных растворов и промывных вод. После прохода через весь *K. a.* хлопок в заключение отжимается, освобождается из сеток и при помощи вентилятора подается на сушку. Производительность *K. a.* 500 кг хлопка в час; расход механич. энергии ~ 50 НР. *K. a.* применяется для крашения субстантивными, сернистыми и кубовыми красителями. Нафтольный *K. a.* (фиг. 12) применяется для непрерывного нафтолирования (нафтолом *AS*), а также проявления нафтолированной хлопковой пряжи в виде крестовых шпудль. Он состоит из чугунного корыта *A*, наполняемого раствором нафтола *AS* или диазораствором; в нем вращаются на оси *O* металлические шпиндели с насаженными на них крестовыми шпудлями *B*.



Фиг. 12.

При вращении оси *o* шпудлями происходит передвижение их в красильном или другом растворе; последний в это время циркулирует при помощи насоса *B*, *K*-рый засасывает раствор из корыта через крестовые шпудли, шпиндели, полую ось *O*, а затем опять его нагнетает в корыто. По-

сле выхода крестовых шпудль (из корыта) происходит отсасывание из них избытка красильного раствора при помощи вакуум-насоса *E*. Вся работа происходит автоматически. Продолжительность обработки—1½ минуты. После нафтолирования крестовые шпудли без сушки могут на таком же *K*. а. обрабатываться диозораствором.

*Лит.*: Шапошников В. Г., Общая технология волокнистых и красящих веществ, Москва—Киев, 1926; Петров П., Викторов П., Малютин Н., Химич, технология волокнистых веществ, Ив.-Вознесенск, 1928; Холл А. Ж., Аппаратура для белины, крашения, печатания и отделки в текстильной промышленности, М., 1929; Максимов А. А., Аппарат Брендвуда для крашения пряжи в навоях и крестовых шпудлях, «ИТПТ», 1929, 3, стр. 57; Handbuch d. Färberei d. Spinnfasern, hrsg. v. R. Loewenthal, 3. Aufl., B. 2, p. 1355—1419, B., 1923; Ullmann G., Die Apparatfärberei, B., 1905; Heuser E., Die Apparatfärberei d. Baumwolle u. Wolle, B., 1913; Neermann P., Technologie d. Textilveredelung, 2. Aufl., B., 1926. **Д. Грибоедов.**

**КРАСИЛЬНЫЕ МАШИНЫ**, см. *Красильные аппараты*.

**КРАСИТЕЛЕЙ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ**, см. *Промежуточные продукты синтеза красителей*.

**КРАСИТЕЛИ НАТУРАЛЬНЫЕ**, см. *Красящие вещества естественные*.

**КРАСИТЕЛИ РАСТИТЕЛЬНЫЕ**, см. *Красящие вещества естественные*.

**КРАСИКИ** для живописи всех родов готовят в виде мелкого порошка, к-рый для закрепления на поверхности картины предварительно смешивают с каким-нибудь клейким связующим веществом. В зависимости от состава связующего вещества *K*. называют клеевыми, акварельными, темперой, масляными, восковыми, силикатными и т. п. *K*. также классифицируют и по цвету. Без связующего вещества употребляют *K*. лишь при живописи 1) настольной фреской (*buon fresco*), когда порошок *K*. разводится просто на воде и в таком виде наносится на слой сырой известки, которая и является закрепителем краски, и 2) пастелью, в к-рой сухая *K*. втирается в шероховатую поверхность без всякого связующего вещества; последнее употребляется только для обращения порошка *K*. в мягкий карандаш. Сухие *K*., которые частью находятся в готовом виде в природе и требуют дополнительно только очистки и измельчения, например мел, малахит, охры и др. (см. *Краски минеральные*) называются *K*. натуральными, изготовленные в лабораторном порядке—*K*. искусственными. Большая часть *K*., применяемых в живописи,—минерального, меньшинство—органического происхождения.

*K*. для живописи существуют под различными наименованиями, так как часто фирмы, вырабатывающие *K*., в своих каталогах указывают произвольные названия *K*. Приготовление красок для живописи представляет собою сложное производство, требующее специальных оборудований—машинного (см. *Краскотерные машины*) и лабораторного. Существует многочисленная рецептура по изготовлению красок для живописи. За границей приняты две скалы: «скала нормальных красок» и «скала ненормальных красок», выработанные Обществом содействия развитию рациональных техник живо-

писи (*Deutsche Gesellschaft zur Förderung rationeller Malverfahren*).

Клеевые *K*. обычно не приготавливаются впрок; порошок *K*. перед употреблением смешивают со столярным или иным клеем, жидким настолько, чтобы он в холодном виде не «студенался».

Акварельные *K*. связующее, вещество этих *K*. и по высыхании должно легко растворяться в воде. На поверхности картин (б. ч. бумаги) акварельная *K*. должна образовать совершенно прозрачный слой, для чего порошок *K*. должен быть особенно тонким. Акварельные *K*. приготавливаются: 1) в виде твердых плиток, к-рые для употребления натирают с водой на фаянсовую палитру или тарелку; 2) в виде мягкой массы, заключенной в оловянных тубиках или фаянсовых чашечках; 3) в виде пуговиц, наклеиваемых на эмалированную палитру. Связующим веществом плиточек акварельной *K*. служат гуммиарабик и сахар-леденец (к а н д и с) в разных пропорциях (б. ч. 2 ч. гумми и 1 ч. сахара). Нек-рые хромовые *K*. делают гуммиарабик нерастворимым в воде и потому их трут на декстрине. В мягкой *K*. кроме того вводится мед (лучше—его некристаллизующая часть—левулоза), отчего эти *K*. часто называют медовыми. В последнее время мед отчасти или вполне заменяют глицерином.

Гуашь готовят из порошка краски определенного тона, причем порошок стирают на клеевой воде с примесью белил, сообщающих гуаши непрозрачность. *K*. заключают в стеклянные плотно закупоренные пузырьки. При высыхании они должны давать слой совершенно матовый.

Темпера. Связующим веществом здесь являются эмульсии—естественные или искусственные. Из естественных эмульсий употребляют куриное яйцо или только желток, разведенный пополам водой, квасом, вином или пивом (темпера старых мастеров и иконописцев). К яйцу часто прибавляют высыхающее масло или лак. Искусственную эмульсию составляют из клея и высыхающего масла или лака или того и другого. Клеем могут служить гуммиарабик, вишневый клей и казеин. Примерные рецепты след.: 1) яичных желтков—4 вес. ч., масляного лака—1 вес. ч. и высыхающего масла—1 вес. ч.; 2) яиц—2 в. ч., вареного масла—1 в. ч., уксуса—1 в. ч.; 3) темпера Беклина: вишневого клея в растворе—6 в. ч., копейского бальзама—1 в. ч., скипидара—1 в. ч., керосина—1 в. ч.; 4) казеина—5 в. ч., воды—25 вес. ч., буре—2 вес. ч.; на три части полученного казеинового клея—2 вес. ч. масла и 1 вес. ч. скипидарного, мастичного или даммарного лака. Краски при употреблении разводятся водой; по истечении некоторого времени они высыхают и становятся нерастворимыми в воде. Поэтому приготовление темперы впрок не применяется, тем более что краски часто загнивают в тубиках. Прибавка противогнилостных веществ, б. ч. к-т, вредно действует на некоторые краски (например ультрамарин).

Масляные *K*. растирают на одном из высыхающих масел, чаще других употребляя для этого масло льняное, реже—

маковое и ореховое; у нас употребляют и мало испытанное подсолнечное. Масло д. б. сырое и выбеленное на солнце. Химич. отбелка масла для красок ухудшает его качество. В малом количестве краски «стирают» курантом, представляющим собою камень, обычно конической формы, из мрамора или гранита, в большом—она перемешивается в специальных мешалках и трется в краскотерках. Количество масла, необходимое для придания К. нужной консистенции, для разных красок различное. Так, свиновые белила на 100 в. ч. требуют ок. 15 в. ч. масла, синий кобальт требует 90 ч., а натуральная сиенна—240 ч. Некоторые К. не могут быть стерты на одном масле, а требуют прибавки воска (не более 2%) или глинозема. Стертые краски закладывают в оловянные тубики с крепко завинчивающейся крышкой.

**М а с л я н о - л а к о в ы е К.** У большинства старых мастеров, живопись которых особенно хорошо сохранилась, связующее вещество К. содержало и смолы; современными химиками делаются попытки ввести в краски смолы, а часть высыхающего масла заменить эфирным. Точный состав связующего вещества старых мастеров к сожалению неизвестен, а приготовленные в наше время на лаковых растворах К. еще мало испытаны.

**П а с т е л ь.** Порошок краски смешивают с гуммиарабиком, гуммитрагантом, декстрином, молоком, сахаром в таком количестве, чтобы спрессованные из смеси карандаши легко ложились на бумагу. Для каждого цвета готовится ряд разбелов, для чего вводят в краску мел, тальк, трубочную глину, магнезию, гипс. Многие разбелы и краски, содержащие глину, не требуют вовсе клея. Карандашам придают круглую форму без деревянной оправы. Готовится пастель мягкая, средняя и твердая.

**В о с к о в ы е К.** Старинный способ живописи на воске, э н к а у с т и к а, теперь оставлен. Восковые К. приготовляются чаще всего на глютене, в смеси с смолой эlemi, воском и скипидаром. Глютен зачастую примешивают к масляным К. для придания им матовости (м а т).

**С и л и к а т н ы е К.** Проф. Кеймом составлены так назыв. м и н е р а л ь н ы е К. для замены фрески. К. готовят в двух видах: а) художественные К. (Künstlerfarben) и б) декоративные К. (Dekorationsfarben). В художественных К. к порошку примешаны вещества, необходимые для закрепления (водный глинозем, водная окись магния и др.). Эти краски, разведенные водой, наносят на оштукатуренную стену, покрытую специально приготовленной массой для подготовки грунта (Malgrundmasse), подвергнутой травлению кремнефтористоводородной к-той, и по окончании живописи закрепляют растворимым (жидким) калиевым стеклом. Декоративные краски (для более грубой живописи) в порошок закладывают в себе все необходимые для закрепления элементы, не требуют специально подготовленного грунта и последующего фиксирования, а на палитре смешиваются с калиевым стеклом и по высыхании становятся нерастворимыми.

Испытание прочности К. Так как большая часть предлагаемых для живописи К. не отличаются прочностью и бывают причиной недолговечности картин, то полезно каждый сорт К. подвергнуть испытанию светом и сероводородом—главными разрушителями красок. Пробы К., положенные на бумагу или холст, разрезают пополам и одну часть выставляют на солнце, другую сохраняют в тени. Через нек-рое время сличают обе половины пробы. Выцветание кармина и анилиновых красок заметно уже через несколько дней; индиго, гарансов, индийской желтой—через несколько месяцев. Большинство минеральных красок долго сопротивляется влиянию света. Быстрее других на свету чернеет киноварь, зеленеют желтые хромы, теряют яркость медные (зеленые) К. От сероводорода быстро чернеют все свиновые и медные К., причем свиновые восстанавливаются светом и перекисью водорода, а медные—не восстанавливаются.

*Лит.:* Михайлов С. Н., Производство минеральных и земляных красок, П., 1915; Киплик Д. И., Техника живописи, 2 изд., вып. 1—5, Л., 1929 (номенклатура К. для живописи и скалы К.); Киселев В. С., Краски, масла и лаки, 2 изд., Л., 1926; Рерберг Ф. И., Палитра современного художника, Москва, 1921; Семенов А., Испытание качества масляных и худож. красок, М.—Л., 1927; Coffinier Ch., Couleurs et peintures, P., 1924; Лоск J., Compendium à l'usage des artistes peintres, P., 1904; Rose Fr., Die Mineralfarben u. die durch Mineralstoffe erzeugten Färbungen, Lpz., 1916; Zerr G. u. Rübelsam p. R., Handbuch der Farbenfabrikation, 3 Auflage, Berlin, 1922; Gentle J. W., Lehrbuch d. Farbenfabrikation, 3 Auflage, B. 1—3, Braunschweig, 1906—09. **Ф. Рерберг.**

**КРАСКИ ВОДЯНЫЕ**, обычное название акварельных красок, разводимых водой при употреблении, в отличие от масляных, разводимых маслом, и пастельных, применяемых в сухом виде. Название К. в неточно, так как разводятся водой не только акварельные краски, но и гуашные, и темпера, и силикатные. Все эти краски растираются («стерты») на связующем веществе, растворимом в воде, по крайней мере до полного закрепления краски (см. *Краски для живописи*).

**КРАСКИ ЛИТОГРАФСКИЕ**, см. *Печатные краски*.

**КРАСКИ МИНЕРАЛЬНЫЕ**, красящие вещества минерального происхождения. В природе К. м. встречаются иногда в готовом виде, напр. в виде окислов различных металлов. Большинство К. м. вырабатывают на ф-ках искусственным путем—химическим взаимодействием различных солей и определенной обработкой продукта реакции. Получение технических К. м. из природных красящих минеральных веществ состоит в измельчении, просеивании и отмучивании, просушивании и иногда—для придания краске определенного тона—в прокаливании и выщелачивании сплавленных масс. Производство искусственных К. м. требует более сложных приемов химич. и механич. обработки. Выработка естественных К. м. требует меньших затрат по оборудованию фабричных аппаратов, чем при производстве К. м. искусственным путем, при к-ром требуются более сложные аппараты и машины для осаждения, смешения, фильтрования и промывания осадков. Искусств. минеральные краски обладают большим разнообразием тонов и



Табл. 1.—Белые краски.

Наименование красок	Р е а г е н т			Действие накалывания	Растворимость	Способ получения краски
	Соляная к-та, 10%-ная	Едкий натр, 10%-ный	Сероводород или сернистый аммоний			
Свинцовые белила	Растворяются при кипячении и, охлаждаясь, выделяют хлопчатый свинец золотистого цвета	Растворяются	В кислом растворе — черный осадок	Желтеют	Кремзвервейс и белила № 0 растворяются в уксусной и азотной к-тах и этим отличаются от белил № 1 и № 2, содержащих нерастворимый шпат	
Хлористый свинец	Растворяется без нагрева	При нагревании растворяется	Черный осадок	Желтеет	—	—
Сернистый свинец	Нерастворим	При кипячении растворим	Черный осадок	Не изменяется	—	—
Сурьмяная белая	Растворяется в воде, давая муть	Растворима	В подкисленных растворах — оранжев. осадок	Желтеет и плавится	—	—
Постоянная белая (баритовая)	Нерастворима	Нерастворима	Не изменяется	Не изменяется	—	—
Висмутовая белая	Растворяется в избытке азотной кислоты	Нерастворима	Из кислого раствора — желтый осадок, переходящий в черный	Дает красно-коричневый дым, окрашивающий лакмус. бумагу в красный цвет	—	—
Цинковая белая	Растворима	Растворима	В щелочном растворе — белый осадок	Желтеет; при охлаждении вновь белеет	—	—
Оловянная белая	Растворима	Растворима	Желтеет; осадок сернистого олова	Не изменяется	Кислый раствор при пропускании $H_2S$ может дать темнубурый осадок	См. Оловянные краски
Бланфиск	Нерастворима	Нерастворима	Не изменяется	При прокаливании с углем образует $BaS$ , который при действии $HCl$ выделяет $H_2S$	—	—
Мел	Растворяется с шипением, выделяя углекисл. газ	Нерастворим	Не изменяется	Образует $CaO$	Прокаленная проба частично растворяется в воде со щелочной реакцией	См. Мел
Гипс	Нерастворим	Нерастворим	Не изменяется	При прокаливании с углем образует сернистый кальций	—	См. Гипс

Исследование белых К. м. Растворяют краску при нагревании в слабой соляной кислоте, причем некоторые К. м., напр. мел, выделяют углекислый газ. Нерастворимы: бланфиск, гипс, глина. При пропускании сероводорода через азотнокислый раствор краски черный осадок указывает на присутствие свинцовых белил. Если щелочные растворы белых К. м. при пропускании сероводорода дают белый осадок, то это указывает на присутствие цинка, отсутствие осадка — мел. Раствор краски при прибавлении хлористого бария дает белый осадок: гипс. При прокаливании пробы белых К. м. с угльным порошком и последующем смачивании соляной кислотой выделяется сероводород, и пламя бунзеновской горелки окрашивается в зеленый цвет: сернистый барий (постоянная белая). Глина определяется сплавлением пробы с 10 ч. соды: сплав обрабатывают соляной кислотой и водой; белый осадок указывает на присутствие кремневой к-ты.

Табл. 2.—Желтые краски.

Наименование красок	Реагент			Действие накаливания	Растворимость	Способ получения краски
	Соляная к-та, 10%-ная	Едкий натр, 10%-ный	Сероводород или сернистый аммоний			
Хромовая желтая	Дает зеленый раствор, исчезающий при сильном разбавлении водой	При кипячении в избытке щелочи растворяется	В кислом растворе—зеленовато-черный осадок	Плавится в желтую массу	Растворяется в азотной к-те	См. Хромовые краски
Кассельская желтая (или веронская желтая)	Не растворяется; при кипячении белесет	При кипячении осадок белесет; раствор желтый	Серо-зеленый осадок	Плавится	—	Получают сплавлением и прокаливанием 110 ч. глета и 1 ч. пашатыря
Неаполитанская желтая	При кипячении оранжевая, потом белая	Становится красно-желтой	Становится коричнево-желтой	—	—	Способ Бруннера: смешивают 1 ч. рвотного камня, 2 ч. $Pb(NO_3)_2$ и 4 ч. $NaCl$ , плавят в тигле, для охлаждения выливают на железные листы. Застывшую массу измельчают. Чем ниже $t^\circ$ нагревания, тем светлее тон краски
Массикот	Белесет	В кипящей жидкости частью растворяется	В кислом растворе—черный осадок	Трудно плавится	—	Способ английский: смешивают 2 ч. глета, 1 ч. окиси цинка и 4 ч. сурьмяной к-ты
Иодистый свинец	Белесет	Растворяется	В кислом растворе—черный осадок	Плавится	—	См. Свинцовые краски
Хром баритовый или желтый ультрамарин	Растворяется, образуя желтый раствор	Растворяется	Не изменяется	Не изменяется	—	См. Хромовые краски
Желтый кадмий (хромонадмиевая желтая)	Растворяется	Белый осадок	Желтый осадок	Трудно плавится	—	См. Кадмий, Кадмиевые краски
Цинковая желтая (цинковый хром)	Растворяется	Белый осадок раств. в избытке щелочи	В уксуснокислом растворе белый осадок	Трудно плавится	—	См. Хромовые краски
Кобальтовая желтая	Растворяется в царской водке; осадок белый	Белесет	В кислом растворе—зеленовато-бурый осадок	Трудно плавится	—	См. Кобальтовые краски
Охра и сиенна	При кипячении частично растворяется	Не изменяется	Не изменяется	При накаливании переходит в красный цвет	В 10%-ной азотной к-те при кипячении частью растворяется	Вырабатывают из природных земель отмучиванием и обжиганием последних, причем желтый тон при сильном нагреве переходит в красный, образуя сиенну
Баритовый хром	Растворяется	Растворяется	Не изменяется	Не изменяется	—	—
Желть Меркурия	Не изменяется	Бледнеет	Изменяется в черную	Улетучивается	—	Вырабатывают нагреванием 10 ч. ртути и 15 ч. $H_2SO_4$ . Нагревают до образования белой массы, под действием горячей воды, переходящей в желтую массу

Исследование желтых К. м. При накаливании пробы краски последняя улетучивается, причем пары издают запах чеснока и сернистого газа: аурпигмент. Проба краски при накаливании нелетуча и при сплавлении с бурой окрашивает перл буры в зеленый цвет: желтый хром либо баритовая или цинковая желтая. При мокром анализе пробу краски кипятят с раствором соды до тех пор, пока жидкость не потемнеет, а осадок не побелеет; осадок отфильтровывают, промывают и растворяют в слабой азотной кислоте. К части раствора приливают сероводородной воды; в случае образования черного осадка—желтый хром. Если осадка нет, то к другой порции раствора приливают сернистой кислоты: белый осадок—баритовая желтая; жидкость остается прозрачной—цинковая желтая. При приливания к пробе щелочи выделяется розоватый осадок. Хромовая кислота обнаруживается в фильтрате пробы кипячением его с содой, подкислением уксусной к-той и приливанием уксусосвинчатой соли: желтый осадок. Раствор пробы краски в соляной к-те при прибавлении железистосинеродистого калия дает синий осадок: желтая охра. Если синего осадка нет и проба краски растворяется в дымящей соляной кислоте, а разбавленный раствор при охлаждении выделяет хлористый свинец—неаполитанская желтая. Все сухие краски в порошке испытываются растиранием пробы на белой бумаге кончиком ножа; по ровности хода ножа судят о тонкости размолта и однородности краски. Окрашивание спирта при взбалтывании его с К. м. указывает на присутствие органических красок.

Табл. 3.—Красные краски.

Наименования красок	Р е а г е н т			Действие накаливания	Примечание	Способ получения краски
	Соляная к-та, 10%-ная	Едкий натр, 10%-ный	Сероводород или сернистый аммоний			
Красный хром	Зеленый раствор, белый осадок	Желтый раствор, белый осадок	Черно-зеленый осадок	Плавится	—	См. Хромовые краски
Железоокисные краски	Медленно растворяются. Раствор желтого цвета	Не изменяются	Чернеют	Становятся черно-коричневыми	—	Напр.: 1) Красная железная краска получается из кипящего раствора железного купороса и шавелевой кислоты. Полученный высушенный осадок прокаливают при 200°. Варьируя $t^\circ$ , получают краски различных оттенков. 2) Индийская, или персидская, краска получается размалыванием и отмучиванием железной руды—гематита и прокаливанием при высоких $t^\circ$ окиси железа
Киноварь сурьмяная	Растворяется, выделяя $H_2S$	Бесцветный раствор	Растворима в многосернистом аммонии	Улетучивается	В кислом растворе $H_2S$ дает оранжевый осадок	См. Киноварь
Киноварь ртутная	Не изменяется	Желтеет	Не изменяется	Улетучивается без остатка	Киноварь искусственная сгорает, оставляя золу, состав которой зависит от окрашенного вещества	См. Киноварь
Иодная ртуть	Бесцветный раствор	Желтоватый раствор	Черный осадок	Плавится и улетучивается	—	—
Реальгар	Не изменяется	Бесцветный раствор	Желтый раствор	Улетучивается	—	—
Мумия	Медленно растворяется. Раствор желтого цвета	Не изменяется	Почти не изменяется	Темнеет, но мало	—	См. Мумия
Кобальтовая красная	Растворяется в азотной к-те	Белеет	Изменяется незначительно	Издает чесночный запах	—	См. Кобальтовые краски

Исследование красных К. м. Пробы реальгара и киновари при нагревании с едким натром отчасти растворяются, причем первый дает темнокоричневый осадок, а киноварь становится желтой. Окрашивание перла буры в зеленый цвет указывает на хромовую красную. Если при растворении пробы в соляной к-те появляется запах  $H_2S$ ; сурьмяная киноварь. Сурьмяная желтая в соляной к-те растворяется с выделением хлора, крокус—без выделения хлора. В солянокислый раствор пропускают  $H_2S$ ; оранжевый осадок—сурьмяная киноварь; черный осадок—сурьмяная желтая; молочная муть—крокус.

Табл. 4.—Зеленые краски.

Наименования красок	Р е а г е н т			Действие накаливания	Примечание	Способ получения краски
	Соляная к-та, 10%-ная	Едкий натр, 10%-ный	Сероводород или сернистый аммоний			
Пръ-медянка всех сортов	Растворяется, давая раствор железозеленого цвета с выделением запаха уксуса	Голубой цвет; затем чернеет	Чернеет	Чернеет	Растворяется в серной к-те, образуя синий раствор	См. Медные краски
Брауншвейгская, или швейц-фуртская, зелень	Растворяется, образуя зеленый раствор	Раствор красно-бурого цвета	Коричнево-черный цвет	Сгорает, давая черный остаток и запах чеснока	Растворяется в серной к-те, образуя синий раствор	См. Медные краски
Зелень Шееле (шведская зелень)	Зеленый раствор	Раствор бурого цвета	Коричнево-черный	При сгорании дает запах чеснока	—	См. Шееле зелень
Медная зелень	Зеленовато-голубой раствор	Растворяется, образуя голубовато-черный осадок	Коричнево-черный	Плавится и чернеет	—	—
Зелень Ринмана	Розово-красный раствор	Не изменяется	Чернеет	Не изменяется	—	—
Окись хрома	Почти нерастворима	Не изменяется	Грязнозеленый	Темнеет	—	См. Хромовые краски
Марганцевая зелень	Зеленый раствор	Темнозеленый раствор	Цвет изменяется от осадка	Темнеет	—	См. Марганцевые краски
Зеленый ультрамарин	Выделяет при нагреве $H_2S$	Не изменяется	Не изменяется	Не изменяется	—	См. Ультрамарин
Хромовые зелени	Частью растворяются	Обеспечиваются с выделением бурого осадка	Грязнозеленый осадок	Темнокоричневый остаток	—	См. Хромовые краски

Исследование зеленых К. м. Перл буры окрашивается в синий цвет: зелень Ринмана; зеленый перл: зелень Гиньета; бесцветный перл: ультрамарин. Краска в соляной кислоте не изменяется; зелень Гиньета. Примесь берлинской лазури открывается действием щелочи: синяя составная часть при этом разлагается и желтеет.

Табл. 5.—Синие краски.

Изменения красок	Р е а г е н т			Действие накаливания	Применение	Способ получения краски
	Соляная кислота, 10%-ная	Едкий натр, 10%-ный	Сероокислород или сернистый аммоний			
Берлинская лазурь, парик-совая, минеральная, турн-бульневая синь (агтвержен-ская)	Зеленый, позднее желтый раствор	Растворится, давая желтое окрашивание, выделяя бурый осадок	В кислом растворе черный осадок	Чернеет; створая, ос-тавляет золу	Перл буры дает жел-тое окрашивание	Вырабатывают краску из смеси 1 ч. хлористого оло-ва и 1—2 ч. жел. купороса, осажд. раствором желтого сшьязали
Горная голубая	Желтого-зеленый раствор	Чернеет	Чернеет	Чернеет	Зеленый перл буры	См. Медные краски
Ультрамарин	Быстро обесцвечивается с выделе-нием $H_2S$	Не изменяется	Не изменяется	Не изменяется	Бесцветный перл буры	См. Ультрамарин
Шмальта	Почти не изменяет-ся; при долгом из-лучении видность зеленеет	Не изменяется	Чернеет	Плавится в сильном жару	Перл буры дает си-нее стекло	—
Кобальт синий	Не изменяется	Не изменяется	Не изменяется	Не плавится; остае-ся без изменения	Перл буры дает си-нее окрашивание	См. Кобальтовые краски

Исследовании синих К. м. При нагревании с раствором едкого натра ультрамарин не изменяется, медная лазурь чернеет. Железосодержащие синие краски (берлинская лазурь и др.) щелочью разлагаются, теряя свой цвет и выделяя красно-бурый осадок. Щелочный фильтр поднимает соляной к-той: синий осадок—париксовая синь; осадка нет но он получается при добавлении железного купороса—турнбульневая синь.

оттенков; при фабрикации их классифицируют по цветам. В торговле К. м., имея один и тот же химич. состав, часто продаются под различными названиями; так, свинцовые белила идут под названиями кремницких, голландских, венедейских, берлинских белил. Цветные К. м. имеют еще большее разнообразие в названиях различных сортов; так, мумия носит названия каретной, английской, немецкой, венецианской, итальянской, помпейской мумии и пр.; низшие сорта ее называются ч е р л я д ь ю. Кроме того в продажу часто выпускаются К. м., тесно смешанные или суспендированные в различных веществах, от которых они и получают свое торговое название, например канифольные, нефтяные краски и т. д. Поэтом при испытании К. м. необходимо их анализировать и определять важнейшие их свойства: укрьвистость, стойкость к химич. реагентам, к свету и к атмосферным влияниям и т. п. При исследовании сухих К. м. их подвергают анализу непосредственно; краски же, находящиеся в смеси с маслом или другими связующими веществами, предва-рительно освобождают от органич. веществ путем экстракции спиртом, эфиром и т. п., после чего исследуют их химически.

К б е л ы м К. м. относятся: белила (см.), свинцовые и цинковые, хлористый свинец, серноокислый свинец, сурьмяная белая, постоянная белая (баритовая), висмутовая белая, барито-цинковая белая, оловянная белая, бланфисе (см.), отмученный и осажденный мел, гипс, литопон (см.), известь гашеная, марганцовая белая, минеральная белая («магнезия») и др. Способы получения наиболее употребительных белых К. м. и отношение их к химическим реагентам, см. выше табл. 1.

К ж е л т ы м К. м. относятся: хромовая желтая (свинцовая), кассельская или веронская желтая, неаполитанская желтая, мас-сикот, иодистый свинец, баритовая желтая, или желтый ультрамарин, желтый кадмий или хромовогадмиевая желтая, цинковая желтая или цинковый крон, кобальтовая желтая, охра, сиенская желтая и жженая сиенна (тер-де-сиенн), баритовый крон, желть Меркурия, сурьмяная желтая, золотистая желтая, желть Марса, сидериновая желтая, желтые мышьяковые краски и другие; спо-собы получения и действие химических ре-агентов см. табл. 2.

К к р а с н ы м К. м. относятся: красный крон, железноокисные краски, киноварь сурьмяная, киноварь ртутная, иодная ртуть, реальгар, мумия, кобальтовая красная, известковая красная, капут мортум, крокус, или кровавик, минеральный кармин, сурик свинцовый, красный болус или красный мел, красная Ван-Дейка, пурпуровое золото, кобальтовая розовая и др. (табл. 3.).

К з е л е н ы м К. м. относятся следующие: зрь-медянка всех сортов, бременская зелень, брауншвейгская или швейнфуртская зелень, зелень Шееле (шведская зелень), медная зелень, зелень Ринмана, окись хро-ма, марганцевая зелень, зеленый ультрамарин, хромовые зелени, зелень Гентеле, хлористая медь, зелень Эльснера, зелень Плейса, зелень Кассельмана, охра зеленая,

Табл. 6.—Коричневые краски.

Наименования красок	Р е а г е н т			Действие накаливания	Примечание	Способ получения краски
	Соляная к-та, 10%-ная	Едкий натр, 10%-ный	Сероводород или сернистый аммоний			
Свинцовая коричневая	Белеет, выделяя хлор	Растворяется	В кислом растворе—черный осадок	Желтеет и плавится	—	См. <i>Свинцовые краски</i>
Марганцевая коричневая	Дает желтый раствор, выделяя хлор	Не изменяется	Мясокрасный осадок	Не изменяется	—	См. <i>Марганцевые краски</i>
Перекись марганца	Желтый раствор выделяет хлор	Не изменяется	В кислом растворе—мясокрасный оттенок	Не изменяется	—	См. <i>Марганцевые краски</i>
Берлинская коричневая	Желтый раствор	Не изменяется	Черный осадок	Изменяется, образуя красноватый цвет	—	—
Железная коричневая и умбра	Желтый раствор; глинистый осадок	Не изменяется	Черный осадок	Не изменяется	К отфильтрованному раствору прилить $K_4Fe(CN)_6$ ; синий осадок	См. <i>Железный сурик</i> и <i>Охра</i>
Хромовая коричневая	Зелено-желтый раствор	Желтый раствор; черный осадок	Чернеет	Чернеет	—	См. <i>Хромовые краски</i>
Кобальтовая коричневая	Красно-желтый раствор	Не изменяется	Чернеет	Не изменяется	—	См. <i>Кобальтовые краски</i>
Коричневая Гатшета	Не изменяется	Зелено-голубой раствор	Чернеет	Чернеет	—	См. <i>Медные краски</i>
Гуминовая, или Систер, тем-нобурая	Раствор приобретает желтый цвет	Желтый раствор	Не изменяется	Сгорает	Если при сгорании, дает белый осадок—каменная сажа	—

Исследование коричневых К. м. При растворении пробы в соляной к-те—если выделяется хлор: марганцевая коричневая. Растворяется в  $HCl$  с выделением глинистого осадка: умбра. Приливание  $K_4Fe(CN)_6$  к раствору дает синий осадок: железная коричневая.

Табл. 7.—Черные и серые краски.

Наименования красок	Р е а г е н т			Действие накаливания	Примечание	Способ получения краски
	Соляная к-та, 10%-ная	Едкий нитр, 10%-ный	Сероводород или сернистый аммоний			
Русская сажа, виноградная, франкфуртская	Не изменяется	Жидкость окрашивается	—	Сжигается без остатка	—	См. Сажа
Костяная чернь	Не изменяется	Раствор желтеет	—	Белый остаток или желтоватый	Чем полнее остаток растворяется в $HNO_3$ , тем краска лучше	См. Слоновая чернь
Цинкграфу серая	Растворяется без остатка	Не изменяется	В кислом растворе—белый осадок	Возгоняется в виде белых паров	—	См. Цинковые краски
Аспидная серая	Не изменяется	Не изменяется	—	Частью темнеет	—	См. Аспидные сланцы
Графит	Не растворяется	Частично растворяется	Не изменяется	Сгорает без остатка	—	Перемол в порошок

И с с л е д о в а н и е ч е р н ы х К. м. При накаливании пробы на платиновой пластинке сгорает без остатка: сажа.

Табл. 8.—Фиолетовые краски.

Наименования красок	Р е а г е н т			Действие накаливания	Примечание	Способ получения краски
	Соляная к-та, 10%-ная	Едкий натр, 10%-ный	Сероводород или сернистый аммоний			
Марганцевая фиолетовая (нюрнбергская)	Растворяется при нагревании	Белеет	Мясокрасный осадок	Темнеет	—	См. Марганцевые краски
Кобальтовая фиолетовая	Растворяется при нагревании	При кипячении—розовый осадок	В нейтральн. растворе—черный осадок	Чернеет	Перл буры—синий	См. Кобальтовые краски
Медная фиолетовая	При кипячении растворяется	Силеет	Черный осадок	Чернеет	—	См. Медные краски
Ультрамарин фиолетовый	Обесцвечивается, выделяя $H_2S$	Н е и з м е н я е т с я			Бесцветный перл буры	См. Ультрамарин
Крон фиолетовый	Растворяется при кипячении в воде	Серо-зеленый осадок	Желто-розовый осадок	Почти не изменяется	Перл буры зеленого цвета	См. Хромовые краски

зелень Кульмана, бронзовая зелень, известковая зелень, борнокислая окись меди, изумрудная зелень, гишегова зелень, кобальтовая зелень, травянистая зелень, хромовый авентурин, киноварь зеленая, баритовая зелень, природная зелень, китайская зелень, веронская зелень, или веронская земля, и другие (табл. 4).

К синим К. м. относятся: берлинская лазурь, парижская синь, минеральная синь, турбуллиева синь (антверпенская), горная голубая, ультрамарин, шмальта, кобальт синий, индиго, сурьмяная синь, минеральный кармин синий, световая синь, бременская синь, нейбургская синь, известковая синь, синяя масляная, хромовая синь, голубая охра, египетская синь, вольфрамовая синь и др. (табл. 5).

К коричневым К. м. относятся: свинцовая коричневая, марганцевая коричневая, перекись марганца, берлинская коричневая, железная коричневая, хромовая коричневая, кобальтовая коричневая, коричневая Гатшета, *бистр* (см.) различного происхождения, медная коричневая, китайская тушь и ряд земляных коричневых красок; к последним относятся умбра сырая и жженая, кассельская и кельнская земля, коричневая Ван-Дейка, постоянная коричневая, каштановая коричневая и гуминовые краски.

Коричневые земляные краски по составу представляют землистую массу (глину), окрашенную в бурые оттенки окислами железа и марганца, причем к кельнской и кассельской земле примешан также бурый уголь. Кельнская земля обладает хорошей укрывистостью и применяется в живописи, в малярном деле и при изготовлении шпаклевок. Из числа коричневых красок особенно широко распространение получила *умбра* (см.). Кассельская земля по цвету похожа на умбру, но обладает меньшей кроющей силой и уд. весом; при прокаливании она сгорает, оставляя 15—20% золы, состоящей из глинозема и окислов железа и марганца. В природе кассельская земля встречается в виде рассыпчатой массы, к-рую подвергают размолу; промывки она не требует и в размолотом виде непосредственно поступает в продажу; как масляная краска она применяется мало, чаще же как клеевая и главн. образ. в обойном деле и при производстве цветной бумаги. Кассельская земля в значительной мере растворима в щелоках и в таком виде применяется как програвва для дерева (под орех). Коричневая Ван-Дейка вырабатывается обжиганием кассельской земли; в зависимости от  $t^\circ$  обжига получают более или менее глубокий тон краски; при прокаливании она оставляет ок. 15% золы; мало укрывиста и на свету постепенно темнеет. Каштановая коричневая вырабатывается из хорошо измельченных и промытых соргов умбры. Гуминовые вещества, обладая красивым коричневым цветом, с успехом применяются как краски; их вырабатывают на ф-ках, нагревая в особых аппаратах свежловичный сахар с 5% едкого натра по весу. Масса при нагревании выделяет газ и приобретает чер-

ную окраску; во время нагрева берут пробы и, растворяя их в воде, по интенсивности цвета растворов судят о тоне краски; готовую массу промывают водой для удаления черных (глубоко обугленных) составных частей. Гуминовые краски вырабатываются также из торфа и бурого угля аналогичной их обработкой едким натром; по тону эти краски хуже, чем приготовленные из сахара. Применяются они в живописи, в малярном деле и как програвва для дерева. Способы получения коричневых красок и отношение их к химич. реагентам см. табл. 6.

К черным К. м. относятся: сажа, виноградн. чернь, костяная чернь, франкфуртская черная, графит, медная черная, хромов. черная, угольные черные, слоновая чернь.

К серым К. м. относятся: аспидная серая, цинковая серая (цинкграф); кроме того серые краски готовят, смешивая черные и белые К. м. Получение черных и серых минеральных красок и действие на них реагентов см. табл. 7.

К фиолетовым К. м. относятся: марганцевая, или нюрнбергская, фиолетовая, кобальтовая фиолетовая, медная фиолетовая, фиолетовый ультрамарин, фиолетовый крон и др. (табл. 8).

Лит.: Оссоветский И., Малярное дело, 2 изд., СПб., 1897; Михайлов С. Н., Производство минеральных и земляных красок, П., 1915; Киселев В. С., Краски, масла и лаки, 2 изд., Л., 1926; Andés L. E., Praktisches Handbuch für Anstreicher und Lackierer, 5 Aufl., W.—Lpz., 1922; Bersch J., Die Fabrikation d. Mineral- u. Lackfarben, 2 Auflage, Wien—Lpz., 1893; Bersch J., Die Fabrikation d. Erdfarben, 3 Auflage, W.—Lpz., 1918; Damerl, Lexikon d. Verfälschung, Leipzig, 1885; Gentelle J., Lehrbuch d. Farbenfabrikation, 3 Aufl., B. 1—3, Braunschweig, 1906—09; Mierzinski St., Erd-, Mineral- u. Lackfarben, B. 1—2, W.—Lpz., 1898; Zerr G. u. Rübelcamp R., Handb. d. Farbenfabrikation, 3 Aufl., B., 1922.

С. Михайлов.

**КРАСКИ ПЕЧАТНЫЕ**, см. *Печатные краски*.

**КРАСКОВАРКА**, красковарильные котлы, см. *Ситцепечатание*.

**КРАСКОТЕРКА**, см. *Краскотерные машины*.

**КРАСКОТЕРНЫЕ МАШИНЫ**, вальцовки, приспособления для перетирания сухой, порошкообразной краски с олифой, с целью получения тертой масляной краски. (Такие же машины применяют для растирания мыла, шоколада и пр.) Наиболее распространены в полиграфии так наз. *трехвалки*—К. м., снабженные тремя равного диаметра вальцами из гранита, порфира или твердого чугуна. Машины средн. размера имеют валы диаметром 300 и длиною 600 мм. Эти вальцы вращаются в противоположные стороны и с разной скоростью, причем расстояние между вальцами м. б. изменяемо. В некоторых конструкциях для более интенсивного растирания краски переднему вальцу дают и осевое поступательно-возвратное движение в пределах 5—15 мм. Сверху, между вторым и третьим вальцами, установлен открытый шпик для загрузки краски. Сухая краска, смешанная в известном отношении с олифой, поступает из ящика в машину и перетирается вращающимися навстречу друг другу вальцами. Слои краски со среднего вальца передается переднему вальцу, к-рый также вращается навстречу среднему, но с большей



скоростью; здесь краска вторично перетирается и снимается ножом. В зависимости от требуемой тонкости растирания краску пропускают через машину несколько раз, причем каждый раз сближают вальцы для более тонкого растирания. Во избежание перегрева краски в последнее время применяют К. м. с чугунными пустотелыми вальцами, в которых для охлаждения циркулирует вода. В том случае, когда необходим обогрев вальцов, в них можно впускать пар. Производительность К. м. зависит от длины вальцов, скорости их вращения, характера перетираемой краски и требуемой тонкости растирания. Гранитные и порфировые вальцы вследствие неоднородности материала получают выбоины и канавки; для удаления этих неровностей вальцы приходится обтачивать алмазным резаком или наждачным кругом и шлифовать наждачной пылью. Для крупного красочного производства применяются К. м. багарейного типа: на одном фундаменте установлены две трехвальцовые машины, причем растертая краска, снятая ножом с вальца, стекает в ящик второго комплекта вальцов. Применяют также машины каскадного типа, в которых растертая краска последовательно проходит с одной самостоятельной машины на другую, установленную ниже; обычно ставят при этом три-четыре трехвальцовые машины. Расход энергии на одну машину колеблется, в зависимости от величин машины, характера краски, степени предварительного размола сухой краски, в пределах 3÷10 кВт. При затирке, т. е. при первом прогоне, расход энергии несколько больше, чем при последующих пропусках.

Лит.: см. Печатные краски.

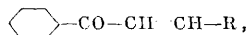
**КРАСЯЩИЕ ВЕЩЕСТВА**, красители, органические соединения, обладающие способностью сообщать тот или иной цвет волокнистым материалам. В процессах *красителей* (см.) находят применение как е с т в е н н ы е К. в., добываемые из животных и растений, так равно и с и н т е т и ч е с к и е, являющиеся продуктами промышленного органического синтеза.

#### Красящие вещества естественные.

Естественные К. в. содержатся в растительных и животных организмах либо в виде готовых красителей, либо в виде бесцветных, легко переходящих в краситель соединений, либо в виде продуктов сочетания тех и других с углеводами, дубильными кислотами и другими веществами. Естественные К. в. были известны еще в глубокой древности; их применение и значение в мировом хозяйстве было очень велико вплоть до конца 19 в., когда они начали вытесняться синтетическими К. в. В наст. время лишь небольшое число естественных красителей сохранило свое промышленное значение и способно конкурировать с синтетич. продуктами.

**Классификация К. в.** Принципиальной разницы между К. в. растительного и животного происхождения нет: например хлорофилл (К. в. растений) и гемоглобин (К. в. крови животных организмов) являются производными одного и того же сложного тела — этиопурфирина. Точно так же пурпур дров-

них (продукт животного происхождения) есть дибромпроизводное индиго — красителя растительного происхождения. Иногда бывает даже трудно установить точное происхождение К. в.; так, напр., эйксантиновая кислота, добываемая из мочи травоядных, является продуктом соединения эйксантона (из дерева манго) и глюкоуроновой кислоты. В силу этого основывать деление естественных К. в. по их происхождению не представляется целесообразным. Попытки классифицировать их по морфологическим признакам также не достигают цели, так как К. в. встречаются во всех частях растения, причем в одних и тех же частях растений различных видов м. б. весьма различные красители и, наоборот, весьма родственные К. в. часто находятся в морфологически отдаленных частях растений. Естественные К. в. бывают различных цветов, среди к-рых преобладают оттенки желтого и красного. Большинство из них обладает способностью давать лаки с металлич. протравами и лишь один краситель (куркумин) обладает субстантивными свойствами. Среди естественных К. в. имеются представители различных карбоциклич. и гетероциклических соединений. Несмотря на широкое разнообразие их все эти формы можно подвести под нек-рые закономерности, связанные вероятно с самим генезисом К. в. в организме. Основываясь на химич. составе, можно выделить прежде всего большую группу естественных К. в., содержащих в основном скелете молекулы только три органогена: углерод, водород и кислород; другая, менее обширная, группа К. в. характеризуется содержанием азота. Безазотистые вещества в большинстве представляют собою различные продукты замещения винилфенилкетона, т. е. производные ацетофенона, в к-рых алкильный углерод двукратно связан с замещенной метиленовой группой, что можно представить следующей структурной формулой



где R — любой углеводородный остаток. Т. о. эти красители м. б. отнесены к полиметиновым и в частности к метинацетофенонным красителям (в связи с последними работами Кенига это строение получает особый интерес). В метинацетофенонных красителях можно отметить 2 подгруппы, значительно отличающиеся друг от друга. Первую из них можно назвать халконовую подгруппу, т. к. все принадлежащие к ней К. в. могут быть получены из оксихалконов (см. ниже). Всю халконовую подгруппу разбивают на 5 отделов: собственно халконовые красители и 4 производных из них цикла: флавоновые, флавиллиновые, кетокумароновые и катехиновые К. Вторая подгруппа метинацетофенонных красителей отличается наличием в ней бензофеноновой группировки. К этой подгруппе относятся также производные ксантона и антрахинона; к метинацетофенонным красителям можно отнести также и нафтохиноновые красители. Полиметиновые производные содержат ряд конъюгированных двой-

ных связей, которые соединяют свободные или замещенные метиновые остатки, типа  $R \cdot (-CH : CH -)_n \cdot R \cdot$  К ним следует отнести куркумин, а также производные кроцетина — красящего вещества шафрана — и производные группы каротина. К азотсодержащим К. в. относятся хинолиновые и пирроловые (берберин), генетически близкие к халконовым красителям, пирроловые (хлорофилл, гемоглобин) и индоловые (индиго).

В дальнейшем естественные К. в. будут рассматриваться согласно следующей классификации.

#### I. Безазотистые соединения.

##### A. Метинацетофеноновые красители.

##### 1. Халконовые красители:

- а) собственно халконовые красители,
- б) флавоновые красители,
- в) флавилиевые красители,
- г) кстокумароновые красители,
- д) катехиновые красители.

##### 2. Бензофеноновые красители:

- а) оксibenзофеноновые красители,
- б) ксантоновые красители,
- в) антрахиноновые красители.

##### 3. Нафтохиноновые красители.

##### B. Полиметиновые красители:

- а) куркумин,
- б) группа каротина,
- в) группа каротина.

#### II. Азотистые соединения.

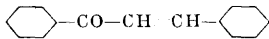
##### A. Хинолиновые красители,

##### B. Пирроловые красители,

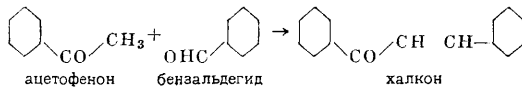
##### В. Индоловые красители.

#### I. Безазотистые соединения. А. Метинацетофеноновые красители.

1) Халконовые красители являются полиоксипроизводными халкона (бензилиденацетофенона), строения

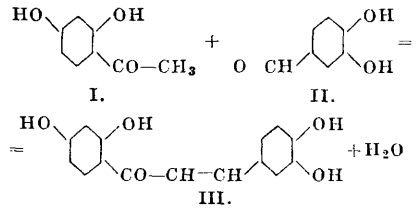


Халконами С. Костанецкий назвал полученные им при синтезе флавоновых красителей продукты конденсации ароматических альдегидов с ацетофеноном

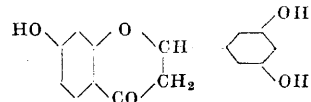


В виду того, что присутствие как альдегидов, так и ацетофенона в растительных организмах можно считать доказанным, можно допустить и образование различных производных халкона в самом растительном организме, тем более что некоторые из этих производных выделены и представляют также красители (см. ниже). Халконовые К. в. за редкими исключениями не имеют практич. применения и представляют главн. обр. теоретический интерес как генетически связанные с большинством естественных растительных красителей. Чаще всего они являются спутниками флавоновых и подобных им красителей в растительных организмах, где содержатся в виде глюкозидов. Многие из них, как нарингенин (триоксихалкон), геспертин (метильный эфир пентаоксихалкона), флоретин (тетраоксидигидрохалкон) и бутенин (тетраоксихалкон), выделены в чистом виде из растений и идентифицированы с полученными синтетически продуктами конденсации соответствующих оксипроизводных ацетофенона и бензальдегида. Наибольшее значение имеет бутенин, до сих

пор применяемый для окраски тканей жителями Индии. Бутенин встречается в виде глюкозида в цветах дерева *Butea frondosa*, растущего в С. Индии и Бирме вплоть до подножия Гималаев. Строение бутенина (III) было подтверждено его синтезом из рессацетофенона (I) с пирокатехиновым альдегидом (II) по у-риу

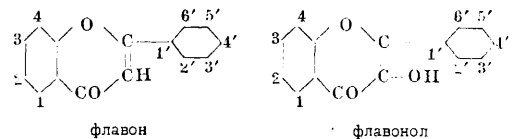


При действии разбавленных к-т на бутенин он переходит в бесцветное соединение



являющееся триоксифлавоном и называемое бутинном. Последний всегда сопутствует бутенину, выделенному из растения, причем до сих пор неизвестно, содержится ли он в самом растении или получается из бутенина в процессе выделения последнего. В то время как бутенин способен окрашивать ткани в непрочный желтый цвет, бутин этим свойством не обладает; зато протравленную шерсть как бутенин, так и бутин окрашивают вполне одинаково, откуда можно заключить, что при действии протрав бутин переходит обратно в бутенин. Оба они по протравленной шерсти дают следующие оттенки: по Cr-протраве — кирпично-красный, по Fe-протраве — коричнево-оливковый, по Al-протраве — коричнево-оранжевый, по Sn-протраве — желтый. Легкость перехода бутенина в бутин и обратно служит ярким примером генетич. связи между халконовыми и флавоновыми К. в., так как последние легко получают синтетически из флавононов.

Флавоновые красители, являющиеся полиоксипроизводными флавона ( $\alpha$ -фенил- $\gamma$ -фенопирона) и флавонола



не потеряли своего практич. значения и в наше время. Для рационального наименования этих красителей углеродные атомы в молекуле флавона и флавонола нумеруются и перед рациональным названием красителя указываются номера занимаемых оксигруппами мест. В растительных организмах флавоновые красители содержатся преимущественно в виде глюкозидов и могут быть выделены путем экстрагирования последних из растения и их расщепления. Некоторые флавоновые красители представляют собой не оксипроизводные флавона и флавонола, но их метильные эфиры. Ниже

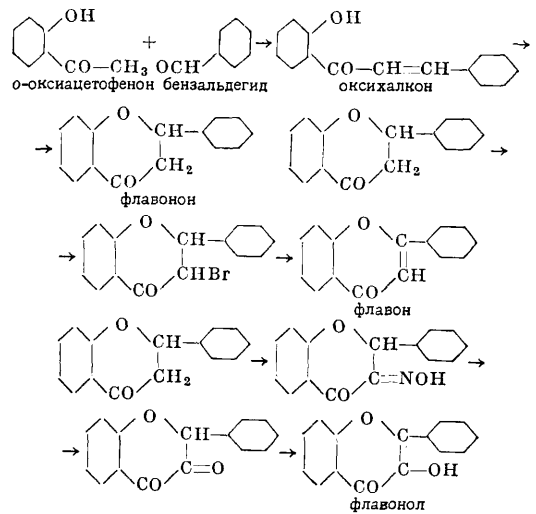
приведены наиболее известные представители флавоновых красителей. Строение почти всех этих красящих веществ можно считать установленным работами С. Костанецкого и его школы. Большинство из них было также получено синтетически.

Флавоновые красители

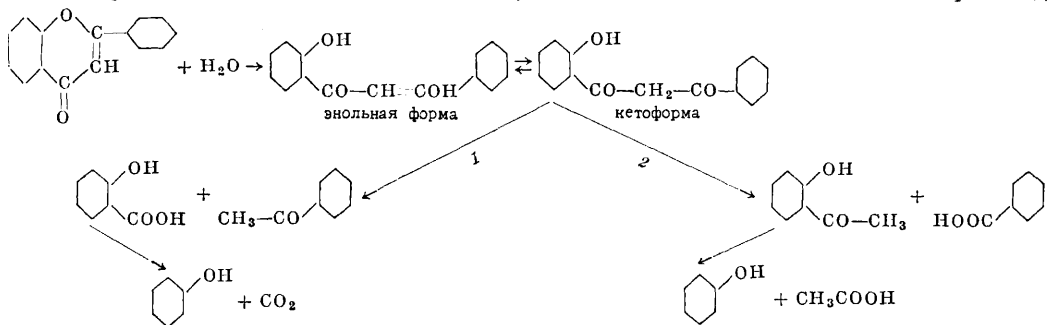
Эмпирическое название	Рациональное название
Хризин . . . . .	1, 3-диоксифлаво
Апигенин . . . . .	1, 3, 4'-триоксифлаво
Лутеолин . . . . .	1, 3, 3', 4'-тетраоксифлаво
Лотофлави	1, 3, 2', 4'-тетраоксифлаво
Физетин . . . . .	3, 3', 4'-триоксифлаво
Галангин . . . . .	1, 3-диоксифлаво
Кемпферол . . . . .	1, 3, 4'-триоксифлаво
Морин . . . . .	1, 3, 2', 4'-тетраоксифлаво
Кверцетин . . . . .	1, 3, 3', 4'-тетраоксифлаво
Мирицетин . . . . .	1, 3, 3', 4', 5'-пентаоксифлаво
Кемпферид . . . . .	Монометиловый эфир кемпферола
Рамнетин . . . . .	» » кверцетина
Изаорамнетин . . . . .	» » »
Рамназин . . . . .	Диметиловый » »

Химическ. строение флавоновых и флавоноловых красителей было доказано как анализом продуктов распада, так и синтезом. Для анализа наиболее удобным оказался метод щелочного расщепления красителей, при котором в первую очередь следует допустить распад пирунового ядра с присоединением воды. Полученный продукт в кетотаутомерной форме представляет собой β-дикетон, который далее расщепляется в двух направлениях, по обе стороны от центральной метиленовой группы. Полученные при этом продукты способны давать дальнейшие продукты распада с выделением уксусной кислоты и углекислоты. Для флавона процесс может быть изображен приведенной ниже схемой. При распаде в направлении 1 получаются фенол, ацетофенон и CO<sub>2</sub>; в направлении же 2—фенол, уксусная к-та и бензойная к-та. Для различных производных флавона получаются соответственные оксипроизводные фенола, бензойной кислоты и ацетофенона. По расположению в них оксигрупп можно судить о положении последних и в исходном красителе. Следует также отметить, что все красители халконовой подгруппы метилацетофенонных красителей дают при щелочном распаде аналогичные продукты; последнее служит лишним доказательством их

водные, а их метиловые эфиры и лишь по завершении всего синтеза удаляют метиловые группы действием HJ. Оксихалкон при действии разбавленных кислот способен к замыканию шестичленного кольца с образованием дигидрофлавона, т. е. флавонона. При введении в последний этиленовой связи (что достигается бромированием и последующим отщеплением HBr алкогольным KOH) получается непосредственно флаво



Если вместо о-оксиацетофенона и бензальдегида в подобном синтезе для образования халкона взяты их полиоксипроизводные, то получаются соответственные оксипроизвод-



родства. Синтез флавоновых и флавоноловых красителей подтвердил выводы анализа их по продуктам распада. Из целого ряда синтезов наибольший интерес представляет следующий синтез, подробно разработанный С. Костанецким и имеющий исходным продуктом соответствующий полиоксихалкон. Для удобства работы берут не оксипроиз-

ные флавоны и флавонолы, т. е. флавоновые красители с вполне определенным положением оксигрупп. Приведенная выше реакция для получения флавоноловых производных еще более упрощается, если оксипроизводные бензальдегида заменить соответственными оксипроизводными эфира бензойной к-ты. При этом непосредственно по-

лучается флавоноловый краситель. Все флавоновые и флавоноловые красители способны за счет своих оксигрупп давать ацетильные и алкильные производные, чем пользуются для количественного определения оксигрупп. Лишь оксигруппа в орто-положении к карбонильной группе обладает способностью только ацетилироваться, но не алкилироваться. Все флавоновые красители способны к *галогроми* (см.) и дают соединения как с кислотами, так и с их солями. В силу наличия двух гидроксильных или гидроксильной и карбонильной групп, стоящих в орто-положении, эти К. в. могут давать лаки с многовалентными металлами и находят поэтому применение в химической технологии волокнистых веществ. Наиболее важными К. в. этой группы являются морин и кверцетин. В табл. 1 приведены цвета

с дубильными веществами в физетовом дереве (*Rhus cotinus*), кустарнике, произрастающем на побережьях Средиземного моря. Кроме того физетин сопутствует дубителям в квебраховом дереве и содержится в квебраховом экстракте, находит нек-рое применение в крашении кожи и шелка. К е м п ф е р о л содержится в виде монометилового эфира кемпфериды в корне галанги и вместе с кверцетином в виде глюкозида дирамнозида-кемпферитрина, в живокости (*Delphinium consolida*), растущей в диком виде в Европе. М о р и н содержится либо в свободном виде либо в виде кальциевой соли в желтом дереве (*Chlorophora tinctoria* или *Maclura aurantiaca*) в смеси с маклурином—пентаоксибензофеноном (см. ниже). Применяется главн. обр. в виде экстракта, обычно в смеси с другими красителями, и

Табл. 1.—Окраски флавоновыми красителями по протравам.

Название красителя	П р о т р а в а			
	Cr	Fe	Al	Sn
Хризин . . . . .	Желто-оранжевый	Светлошоколадный	Светложелтый	Светложелтый
Апигенин . . . . .	»	»	»	»
Лутеолин . . . . .	Желто-коричневый	Коричнево-оливк.	Желтый	»
Галангин . . . . .	Желто-оливковый	Оливковый	Желто-оранжевый	Оранжево-красный
Физетин . . . . .	Красно-коричн.	Темнооливковый	Оранжевый	Лимонно-желтый
Кемпферол . . . . .	Желто-коричневый	Коричнево-оливк.	Желтый	»
Морин . . . . .	Желто-оливковый	»	»	»
Кверцетин . . . . .	Оранжево-коричн.	Темнооливковый	Коричнево-оранж.	Оранжевый
Рамнетин . . . . .	Красно-коричн.	»	»	»
Рамназин . . . . .	Золотисто-желтый	Коричнево-оливк.	Желто-оранжевый	Лимонно-желтый
Мирицетин . . . . .	Оранжево-коричн.	Темнооливковый	Коричнево-оранж.	Оранжевый

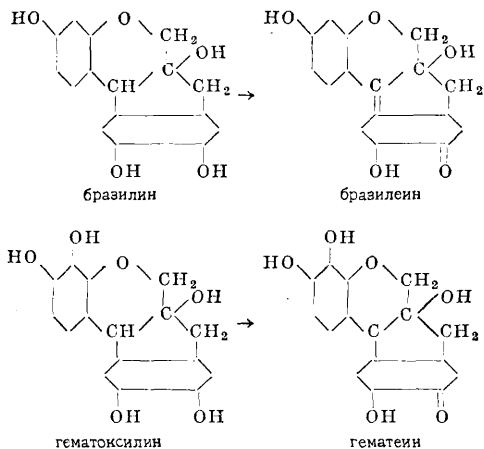
выкрасок этими красителями по протравленной шерсти. Как видно из таблицы, увеличение числа оксигрупп ведет к углублению цвета лака; с другой стороны, флавоноловые красители дают более глубоко окрашенные лаки, чем соответственные флавоновые красители, что объясняется вероятно наличием в их пирановом кольце лишней оксигруппы, способной проявлять кетоэнольную таутомерию.

**Х р и з и н**—простейший краситель этого ряда содержится в почках различных видов *Populus*, гл. обр. *P. monolifera*, растущего в С. Америке; представляет лишь теоретическ. интерес. **А п и г е н и н** содержится в виде глюкозида в листьях петрушки (*Arium petroselinum*) и окрашивает протравленные ткани несколько более интенсивно, чем хризин. **Л у т е о л и н** содержится в листьях «червы или вау (*Reseda luteola*)—растения, прежде культивированного в Ср. Европе и потерявшего ныне свое практическое значение. Нек-рое применение лутеолин иногда находит в крашении шелка. **Л о т о ф л а в и н** содержится в виде глюкозида лотузина в различных лотосах, например *Lotus arabica*, растущего в Египте. Интересно, что в этом глюкозиде кроме двух молекул глюкозы содержится также и одна молекула синильной к-ты, HCN. **Г а л а н г и н** содержится в виде монометилового эфира в корневище галанги (*rhizoma Galanga*), растения *Alpinia officinarum*, сопутствуя кемпферолу. **Ф и з е т и н** содержится в виде глюкозида фустина в соединении

к кроме синтетических красителей конкурирует с грушкой и кверцитроном (см. ниже). **К в е р ц е т и н**—один из наиболее распространенных естественных красителей, содержащийся в виде глюкозида (кверцитрина) в кверцитроне—коре нек-рых пород дуба, гл. обр. *Quercus tinctoria*, произрастающего в С. Америке. В свободном виде находится в луковой шелухе. Кроме того кверцетин содержится в виде различных глюкозидов его метиловых эфиров (рамнетина, изорамнетина и рамназина) в незрелых плодах различных пород крушины (грушки), напр. немецкой грушки, персидской грушки, авиньонской ягоды и друг. Кверцитрон поступает в продажу в виде измельченной коры, грушка же—чаще в виде экстракта. Кверцитрон обладает большей красящей способностью, чем желтое дерево. Из метилированных производных кверцетина наибольшее применение имеет грушка. **М и р и ц е т и н** содержится в некоторых видах сумаха (*Rhus*), где сопутствует дубильным веществам, и главным образом в растении *Murica pugi*, растущем в Индии, где имеет только местное распространение; мирицетин интересен как единственный краситель этого ряда, дающий при щелочном распаде галловую кислоту.

Как видно из вышесказанного, наиболее практич. интерес представляют лишь морин и кверцетин с их метиловыми эфирами, красящие начала желтого дерева, кверцитрона и грушки, применяемые и в настоящее время в текстильной промышлен-

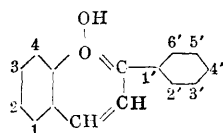
ности. К флавоновым красителям можно отнести и красящие начала красного и синего дерева—бразилин и гематоксилин, так как их получение из метилхалконов связано с получением флавоновых красителей из халконов; лишь дальнейшая, вторичного порядка, реакция в силу наличия удобной конфигурации ведет к замыканию инденового кольца. По исследованиям В. Перкина, бразилин и гематоксилин, а равно и красители бразилеин и гематеин, являющиеся продуктами их окисления, имеют строение



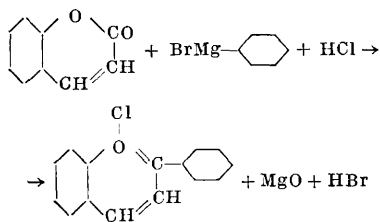
Как видно из этих формул, гематоксилин и гематеин отличаются от бразилина и бразилеина лишь одной лишней оксигруппой, и если последние являются производными метилрезацетофенона, то первые являются производными галацетофенона. Бразилин—красящее начало красильного красного дерева (*Caesalpinia*, сем. *Leguminosae*), растущего в Ост-Индии, Южной Америке и Африке; различные виды его, в зависимости от места их произрастания, дают сильно отличающиеся по качеству красильные препараты. Наилучшие сорта дает фернамбукое дерево, растущее в Бразилии и на острове Ямайке. Несколько меньше содержания К. в. в сортах из Ю. Америки и Ост-Индии. Низшие сорта дает мексиканское красное дерево. К. в. содержится в дереве в виде легко разлагаемого глюкозида и применяется г. о. в виде экстракта (*Rotholzet*), получаемого из сильно измельченных кусков дерева одним из трех способов экстракции: 1) по американ. способу в закрытых котлах под давлением, причем вместе с К. в. в экстракт переходят и углеводы, дубильные кислоты и загрязнения; 2) по франц. способу при кипячении в открытых котлах, причем получают хорошие выходы малозагрязненного экстракта; 3) в диффузорах типа употребляемых свеклосахарной промышленностью, к-рые дают наиболее чистые экстракты, но рентабельны лишь при массовом производстве. Непрочность выкрасок к мылу, поту и т. п. послужила одной из главных причин вытеснения этого К. в. синтетическ. красителями. Все же бразилин применяется для протравного крашения и печатания растительных волокон, для крашения протравленных жи-

вотных волокон и дает по хромовой протраве фиолетово-коричневые окраски, по железной—фиолетово-серые, по алюминиевой—синевато-красные и по оловянной—оранжево-красные. Гематоксилин—красящее начало синего или кампешового дерева (*Haematoxylon campechianum*, сем. *Caesalpinaceae*), растущего главным образом в Мексике, Гаити, Гондурасе, на Ямайке и Антильских островах. Лучшие сорта поставляет Мексика. Из дерева получается экстракт (*Blauholzextract*)—синий сандал, или кампеш. В продаже имеются и иные препараты синего дерева, из которых нужно отметить т. наз. *Indigoersatz*, или *Noir-réduit*, получаемый при окислении гематоксилина хромовой к-той с последующим частичным восстановлением солями сернистой кислоты, в силу чего в нем содержится наравне с красящим началом и протрава. Экстракт синего дерева применяется в настоящее время для крашения и печатания растительных волокон и крашения животных волокон. Наиболее прочным считается хромово-медный лак, дающий при нек-рой подцветке желтыми красителями (грушка, кварцитрон, экстракт желтого дерева) сочные и прочные черные тона. Экстракт синего дерева применяют также при крашении кожи, в частности в СССР при чернении овчин.

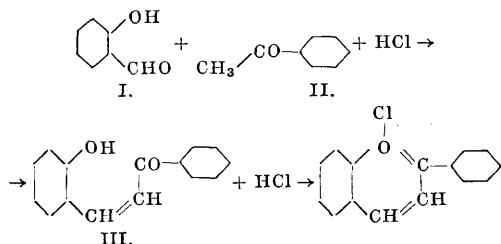
Флавилиновые красители. В тесном родстве с группой флавоновых красителей находятся исследованные Р. Вильштеттером и его школой К. в., содержащиеся в цветах и плодах растений в виде различных глюкозидов и соединений с металлами и к-тами. Эти натуральные соединения Вильштеттер назвал антоцианами. Выделенные из последних глюкозиды минеральнокислых солей красителей названы антоцианинами; самые же минеральнокислые (чаще всего солянокислые) соединения красителей, являющиеся красящим началом антоцианов, названы антоцианидами. Так, например окраска цветов василька обусловлена красителем цианидином, находится в растении в смеси с калиевой солью и фиолетовой модификацией основания красителя. Сочетание этих форм придает васильку голубую окраску. Тот же цианин, но в ином сочетании в форме минеральных солей содержится в цветах розы и других растений, придавая им красные окраски. По исследованиям Вильштеттера, антоцианины являются оксипроизводными оксониевой соли флавилия (фенилфенопирилия)



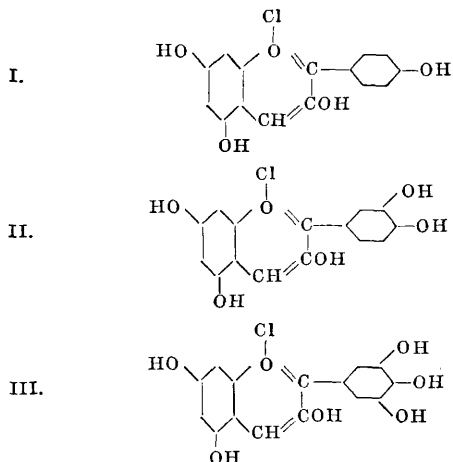
(углеродные атомы перенумерованы аналогично флавоновому скелету). Солянокислый флавилий, неизвестный в природе, был получен синтетически действием магний бромфенила на кумарин в присутствии  $\text{HCl}$  по следующему уравнению:



с другой же стороны, он был получен при конденсации салицилового альдегида (I) с ацетофеноном (II) в присутствии HCl

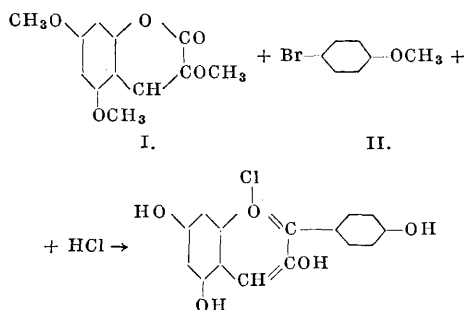


Если принять во внимание, что промежуточным продуктом при этой реакции является оксихалкон приведенного строения (III) и что изомерный оксихалкон, в котором оксигруппа находится в орто-положении не к виниленовой группе  $\text{CH}=\text{CH}$ , а к карбонильной группе CO, дает при действии к-т флавонон,—то станет вполне ясной генетич. связь между флавоном и флавилиями, что и легло в основу принятой выше классификации. Флавоновые красители кроме того удалось непосредственно перевести во флавилиевые. При всем богатстве оттенков цветов и плодов удалось выделить из них лишь три основных красителя и показать, что только ими обусловлены все столь разнообразные окраски; изменения же оттенков зависят от формы, в которой краситель присутствует в растении, и иногда от примеси флавоновых красителей. Эти три антоцианидина названы пеларгонидином (I), цианидином (II) и дельфинидином (III) и являются, соответственно, тетра-, пента- и гексаоксифлавилиями следующего строения

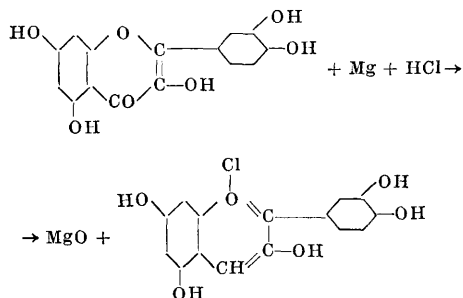


При щелочном распаде они дают: флороглю-

цин и первый—*n*-оксифензойную к-ту, второй—пирокатехиновую к-ту и третий—галловую к-ту, что дало возможность выяснить их строение и положение оксигрупп; окончательно же строение их было подтверждено синтезом. Так, пеларгонидин был получен, подобно первому синтезу флавилия, из триметоксикумарина (I) и *n*-метоксифенола (II), с последующим отщеплением метильных групп, по ур-ию:

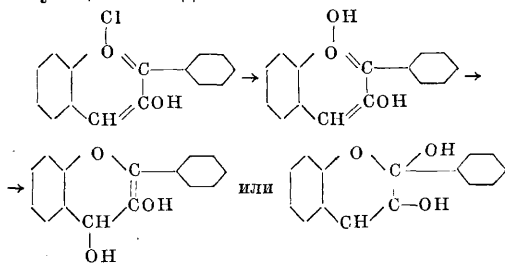


он оказался вполне идентичным с выделенным из естественных продуктов антоцианидином. С другой стороны, цианидин был получен Вильштеттером из кверцетина при восстановлении последнего магнием в кислой среде по ур-ию



В последние годы были синтетически получены не только все антоцианидины, найденные в природе, но и ряд их изомеров, не найденных в растениях.

Антоцианидины представляют собой оксониевые соли кислот, которые при действии разбавленных щелочей переходят через гипотетич. флавилиевые основания в соответствующие псевдооснования согласно схеме



Последние способны давать соли с щелочными металлами, чем и объясняются индикаторные свойства этих К. в. Не исключена и возможность того, что в силу наличия во флавилиях оксониевого кислорода в данном случае имеет место и резко выраженная галохромия, тем более что антоцианидины

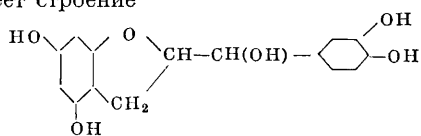
сами по себе не содержатся в цветах, а являются только составными частями антоцианов. Получение антоцианидинов в чистом виде и их изучение представляло громадные трудности: для получения 10 г чистого красителя приходилось подвергать обработке сотни кг цветочных лепестков. По методике, выработанной Вильштеттером, осторожно высушенный исходный материал экстрагируется спиртом, содержащим до 2% HCl, с последующим выделением красителя эфиром и перекристаллизацией его из метилового спирта, содержащего HCl, или из ледяной уксусной кислоты; т. о. получается чистый глюкозид—антоцианин. Последний расщепляется на углевод и антоцианидин действием 20%-ной соляной к-ты; антоцианидин перекристаллизовывается из 2%-ной соляной к-ты. Все эти красители дают яркие, но непрочные окраски по шерсти и по танированному хлопку (табл. 2). Будучи

Табл. 2. — Окраска антоцианидинами.

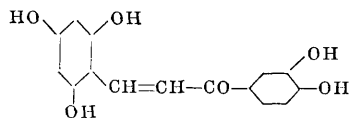
Краситель	Цвет, даваемый красителем		
	шерсти	шерсти, протравл. оловянными солями	хлопку
Пеларгонидин	—	Пурпурово-красный	Сине-красный
Цианидин . .	Розовый	Сине-фиолетовый	Фиолетовый
Дельфинидин	Фиолетовый	Фиолетовосиний	Сине-фиолетовый
Миртилидин .	—	»	Фиолетовый
Онидин . . .	—	»	»

вполне безвредными, они находят применение гл. образ. для окраски пищевых продуктов (последние два красителя представляют собой эфиры природного дельфинидина—моно- и диметильный).

К а т е х и н о в ы е к р а с и т е л и. Оксихалкон способен к замыканию не только шестичленных, но и пятичленных пириновых колец. Частным случаем последнего является к а т е х и н, красящее начало катеху, кашу, гамбира, в которых ему сопутствуют в различных соотношениях дубильные к-ты, кверцетин и углеводы. Катехин, по последним исследованиям Фрейденберга, имеет строение



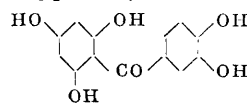
генезис его может быть проведен от пентаоксихалкона



или от вторичного спирта, соответствующего этому кетону. Краситель катеху содержится в соке растений: *Acacia mimosa*, *A. Catechu*, *A. Suma* и поступает в продажу в

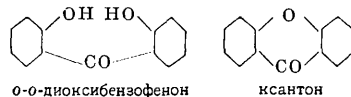
виде высушенного сока. В чистом виде катехин является бесцветным веществом, но, окисляясь, переходит в темноокрашенное соединение. Он применяется в крашении и печатании протравленных растительных волокон и главным образом в крашении шелка с одновременным отяжелением последнего.

2) Бензофеноновые красители. Простейшим представителем оксибензофеноновых красителей является маклуорин (пентаоксибензофенон)

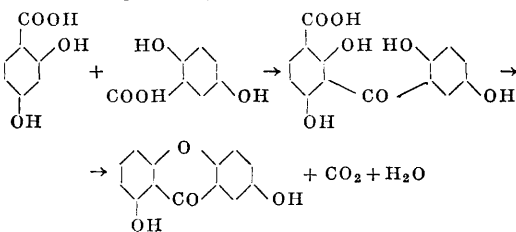


содержится в желтом дереве *Chlorophora tinctoria* и *Maclura aurantiaca*, в свободном виде или в виде Са-соли, и сопутствует морину. При щелочном распаде он образует флороглюцин и пирокатехиновую к-ту, чем и доказывается его строение; практич. применения не имеет.

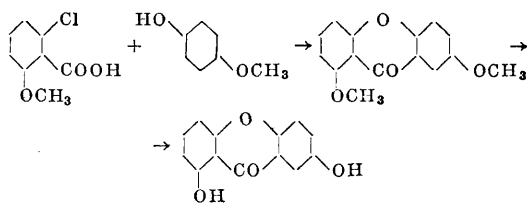
К бензофеноновым красителям следует отнести и ксантоновые красители—производные ксантона, к-рый можно рассматривать как ангидроформу диоксибензофенона с двумя оксигруппами в орто-положении к СО-группе в обоих ядрах



Сюда относятся эйксантон (2, 6-диоксиантон) с эйксантиновой кислотой и гентизин (мометильный эфир гентизеина). Эйксантон был получен синтетически при действии 2, 4-диоксибензойной к-ты на гидрохинонкарбоновую к-ту по ур-ию



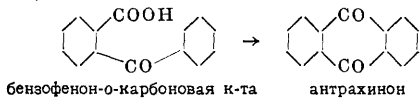
и, с другой стороны, конденсацией 6-метокси-2-хлорбензойной к-ты с мометильным эфиром гидрохинона, по ур-ию



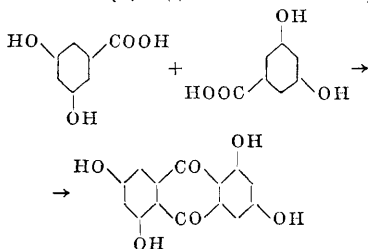
так что его строение можно считать вполне установленным. Гентизеину же свойственна одна лишняя оксигруппа, и он может быть получен аналогично. Эйксантон содержится в виде эйксантиновой кислоты,  $C_{15}H_{10}O_{11}$  (соединения эйксантона с глюкоуроновой к-той,  $COOH \cdot (CHON)_4 \cdot C \begin{smallmatrix} O \\ // \\ H \end{smallmatrix}$ ), в моче коров, пи-

тающихся листьями мангового дерева (*Mangifera indica*), растущего в Бенгалии. Повидимому эйксантон или весьма близкие ему продукты, содержащиеся в листьях манго, связываются в животном организме с глюконовой кислотой и удаляются из организма в моче. При нагревании такой мочи из нее выделяется осадок, который поступает в продажу под названием *Piugi*, или индийский желтый. Лучшие сорта его содержат кальциевые и магниевые соли эйксантиновой кислоты с небольшим количеством свободного эйксантона, увеличение количества к-рого вызывает ухудшение К. в. Индийский желтый употребляется главным образом как очень ценная акварельная краска, но не применяется в текстильной промышленности, хотя и обладает способностью окрашивать протравленные ткани в желтый цвет. Производство его: 5—7,5 т в год. **Г е н т и з и н**, монометилловый эфир 2, 6, 8-триоксиксантона, содержится в корне *Gentiana lutea*, способен давать лишь весьма слабые желтые оттенки по протравленным тканям и потому не находит технич. применения. **Д а т и с ц е т и н** — диметилловый эфир тетраоксиксантона—содержится в виде глюкозида датисцина в корнях и листьях *Datisca cannabina*, растущего в Лагоре в Индии, где имеет лишь местное применение для окраски шелка в желтый цвет.

Производными о-карбоновой к-ты бензофенона являются **антрахинонные красители**, т. к. сам антрахинон образуется выделением молекулы воды из этой к-ты, согласно схеме



Этот наиболее вероятный в растительн. организме путь образования антрахинонных красителей приобретает все большее значение также и при синтетическом получении их на красочных фабриках. Современная химия и технология антрахинонных К. в. основывается на работах Гребе и Либермана над естественными К. в. крапа, в частности над **ализарин**ом (см.). Некоторые оксиантрахинонные К. в. получаются по методам, вполне соответствующим предполагаемому пути их природного синтеза. Так напр., антрахризон (1,3,5,7-тетраоксиантрахинон) получается при конденсации 2 молекул *м,м*-резорцинкарбоновой (3, 5-диоксибензойной) к-ты



Среди естественных антрахинонных К. в. необходимо отметить К. в. крапа (*Rubia*), К. в. корней семейства *Rheum* и К. в., получаемые из насекомых *Coccus*. К. в. крапа—корня марены (*Rubia tinctorum*), куль-

тивировавшейся прежде весьма широко в Средней Европе, Южн. России, на Кавказе, а в настоящ. время разводимой в Турции и Индии, представляют собой ализарин и его производные. Ализарин содержится в крапе в виде глюкозида—рубэритриновой кислоты; ему сопутствует следующий ряд метилловых эфиров, оксипроизводных и карбоновых к-т ализарина.

Эмпирическое название	Рациональное название
Ализарин . . . . .	1, 2-диоксиантрахинон
Метилловый эфир ализарина . . . . .	1-метокси-2-оксиантрахинон
Ксантопурпурин . . . . .	1, 3-диоксиантрахинон
Монометиллов. эфир гистазарина . . . . .	2-метокси-3-оксиантрахинон
Рубиадин . . . . .	1, 3-диокси-4-метилантрахинон
Пурпурин . . . . .	1, 2, 4-триоксиантрахинон
Диметиллов. эфир антрагаллола . . . . .	1, 3-диметокси-2-оксиантрахинон
Диметиллов. эфир антрагаллола . . . . .	1, 2-диметокси-3-оксиантрахинон
Ксантопурпуринкарбоновая к-та . . . . .	1, 3-диоксиантрахинонкарбоновая к-та
Пурпуринкарбоновая кислота . . . . .	1, 2, 4-триоксиантрахинонкарбоновая к-та

Продажный крап представляет собой измельченный корень марены; до развития синтетической химической промышленности он имел громадное значение. В настоящее время синтетические антрахинонные К. в. почти целиком вытеснили естественные. Краповые препараты продолжают еще применяться лишь в кустарной промышленности. Из таких препаратов наиболее употребительны **краплак** или **гарансин**, получаемый путем обработки крапа крепкой серной кислотой и промывания полученного осадка водой. При этом рубэритриновая кислота разрушается, а углеводы и другие примеси отмываются водой; полученный остаток, обогащенный ализарин, имеет красящую способность, которая в 4—6 раз выше, чем у крапа.

В близком родстве с краповыми красителями находятся К. в. корни ревеня (*Rheum*) и сока алоэ (*Aloë*), имеющие лишь фармацевтическое применение в виду присущих им слабительных свойств. Все они содержатся в растениях преимущественно в виде глюкозидов и представляют собой хризазиновые производные β-метилантрахинона; напр.:

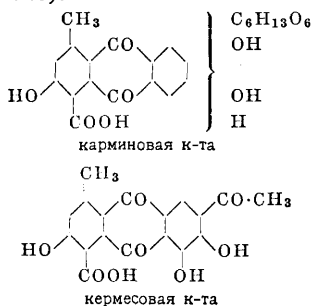
Хризофановая к-та . . . . .	3-метил-1, 8-диоксиантрахинон
Алоэмодин . . . . .	3-оксиметил-1, 8-диоксиантрахинон
Рейн . . . . .	1, 8-диоксиантрахинон-3-карбоновая к-та
Франгулоэмодин . . . . .	3-метил-1, 8, 6-триоксиантрахинон

Кроме того в корнях растений сем. *Rubiaceae* содержатся глюкозиды других полиоксиантрахинонов, иногда применяемые для окраски косметических препаратов, например мориндон (триоксиметилантрахинон) в *Morinda citrifolia* и алканнин (диоксиметилантрахинон) в *Lawsonia alba*.

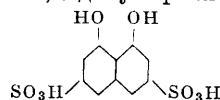
Несколько особняком стоят К. в., получаемые из насекомых семейства *Coccus*. К ним относятся карминовая к-та, кермесовая к-та и лаккановая к-та. Исследования



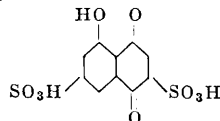
Димрота показали, что они являются производными антрахинона и имеют следующее строение (строение остатка  $C_6H_{13}O_6$  еще не выяснено):



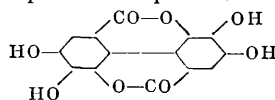
Юглол, или нуцин (1-окси- $\alpha$ -нафтохинон), К. в. скорлупы и зеленых частей лесного ореха, *Juglans regia*, представляет большой теоретич. интерес как родоначальник хромотроповых азокрасителей, содержащих в своем составе хромотроповую к-ту (1,8-диоксинафталин-3,6-дисульфокислоту)



переходящую при окислении (что имеет место при последующем хромировании этих красителей в текстильном деле) в юглоновую кислоту

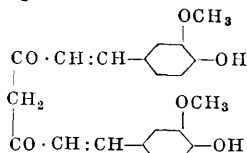


Лапахол (3-окси-2-амилен- $\alpha$ -нафтохинон) содержится в лапаховом дереве, семейства *Vignoniaceae*, и в других деревьях, растущих в Африке и Ю. Америке. Наличие в лапахоле амиленовой группы делает возможными различные перегруппировки в ней, ведущие к изомерам лапахола. К продуктам окисления последних относятся л о м а т и о л (оксизолапахол). В близком родстве с приведенными выше К. в. находится э л л а г о в а я кислота, получаемая конденсацией двух молекул галловой к-ты и имеющая вероятное строение



Она служит протравным красителем желтого цвета, получается синтетически окислением галловой к-ты и поступает в продажу под названием «ализаринового желтого». В растительных организмах естественная эллаговая кислота сопутствует различным дубильным веществам.

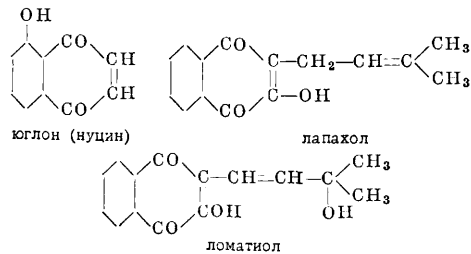
Б. Полиметиновые красители содержат ряд свободных или замещенных виниленовых групп (СН : СН), в силу чего их можно называть и поливиниленовыми красителями. Работы Кенига, Куна и Каррера показали связь между виниленовым строением и окраской органических соединений. Простейшим представителем этой группы является к у р к у м и н—К. в. корня куркумы (*Curcuma tinctoria*), растущей в Китае, Индии и на острове Яве. Куркумин имеет строение



и м. б. получен конденсацией монометилового эфира пирокатехинового альдегида с ацетилацетоном, что генетически роднит куркумин и с халконовыми К. в. Куркумин является субстантивным К. в., что, по исследованиям Рупе и Порай-Кошица, вообще свойственно полиметиновым красителям.

Вопрос о происхождении этих К. в. еще не вполне решен. В виду родства растений, к-рыми питаются насекомые *Cossus*, с растениями рода *алоэ* можно допустить, что основной скелет К. в. воспринимается насекомыми из растения и в животном организме он получает лишь окончательное завершение. Карминовая кислота—красящее вещество кошенили, высушенных самок насекомых *Cossus casti*, живущих на мексиканских кактусах. Из кошенили получается ряд препаратов, представляющих либо чистую карминовую кислоту либо ее лаки с Al и Са; последние называются *кармином* (см.) и находят применение в качестве весьма ценной акварельной краски. Карминовая кислота в виду ее безвредности широко применяется для окраски пищевых продуктов. Раньше она применялась и для получения алых оттенков, по протравленной солями олова шерсти. Кермесовая кислота—К. в. кермеса, высушенных самок насекомых *Cossus ilicis*, живущих в различных породах дуба, преимущественно в Персии; имеет то же применение, что и карминовая к-та. Лаккаиновая кислота,  $C_{20}H_{14}O_{10}$ ,—К. в. лакдея (*Lac-Dye*), затвердевшего сока различных фикусов и мимоз, растущих в Индии и на о. Цейлоне. На этих растениях живут самки насекомых *Cossus lascaea*, уколы к-рых вызывают выделение смолистого сока, окрашиваемого содержащимся в них К. в. Смола, освобожденная от красителя (экстракцией), представляет собою *шеллак* (см.), остаток же (лакдей) содержит до 10% К. в. Применение—то же, что и для карминовой кислоты.

3) Нафтохинонные красители имеют типичную метинацетофенонную группировку, замкнутую в хинонное кольцо. Среди естественных К. в. имеются следующие представители этой группы: юглол, лапахол и ломатиол.



Он получается экстрагированием измельченного корня спиртом и осаждением экстракта уксуснокислым свинцом. Выпавший осадок разлагается серной к-той и из осадка извлекается спиртом чистый куркумин. Куркумин в настоящее время применяется лишь для подкраски пищевых продуктов и как индикатор в аналитич. химии (см. *Куркума*).

К полиметиновым красителям относится также ряд естественных К. в., природа которых исследована лишь в недавнее время, как то: К. в. шафрана, томатов, яичного желтка и хлоропластов высших растений. Многие из них, например каротин, содержат лишь углерод и водород, имея состав  $C_{40}H_{56}$ . Вильштертер выделил некие из этих красителей, сопутствующих хлорофиллу в зеленых частях растений (каротин, ксантофилл), и предположил в них наличие сложной системы циклов. Более поздние работы показали, что неопределенность этих соединений очень высока и некоторые из них, как каротин, способны при каталитич. гидрировании присоединять до 22 атомов водорода, что противоречит допущению циклич. строения. Значительный интерес эти К. в. приобрели благодаря последним исследованиям, роднящим их свойства с свойствами витаминов, в силу чего можно допустить их большое физиологич. значение в питании и жизни растений. Наиболее простыми представителями этих продуктов являются К. в. шафрана (*Safran sativus* L.), представляющие смесь  $\alpha$ - и  $\beta$ - и  $\gamma$ -кроцетинов,  $C_{40}H_{56}O_6$ , выделенных в чистом виде Каррером и отличающихся друг от друга наличием карбоксильных групп. В шафране кроцетины содержатся в виде глюкозидов (кроцин) и м. б. разделены благодаря их различной растворимости, что обуславливается возрастанием числа карбоксильных групп от  $\alpha$ - до  $\gamma$ -кроцетина. С кроцетинами идентичен также и биксин.

Более сложные полиметиновые красители — каротиноиды — были исследованы Любименко, Каррером и Кулином. Последний, применяя метод капиллярного анализа, который основан на различной растворимости каротиноидов в спирте, нашел в хлоропластах высших растений ряд новых К. в., которые можно разделить на три класса. Первый класс — оранжево-красные красители, второй — желтые, третий — остальные, с особыми свойствами.

Каротиноидные красящие вещества.

### I. Группа ликопина

Ликопин	} Оранжево-красн. красители. Растворимость возрастает от ликопина до капсумина $\gamma$ . Дает три спектра поглощения, из них первый между D и E фразунгоферовых линий
Капсумин $\alpha$	
Арумин	
Капсумин $\beta$	
Родоксантин	
Таксоридин	
Капсумин $\gamma$	

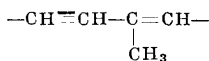
### II. Группа каротина

Фисалин	} Желт. красители. Растворимость в алкоголе возрастает от фисалина к филлоксантину. Спектры поглощения сдвинуты больше к фиолетовой части
Сорбузин	
Каротин	
Ксантофилл	
Филлоксантин	

### III. Группа календулина

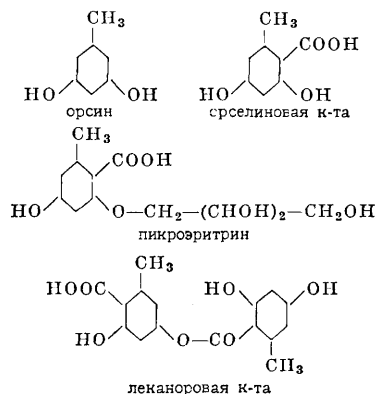
Календулин  
Филлородин

Каротин ( $C_{40}H_{56}$ ) содержится вместе с хлорофиллом в зеленых частях большинства растений и имеет, по Карреру, строение полиметинового красителя, составленного из ряда групп



Ксантофилл ( $C_{40}H_{56}O_4$ ) — по видимому продукт окисления каротина, сходный с ним по спектральным свойствам и сопутствующий ему. Ликопин — К. в. томатов, содержащийся также и в яичном желтке; отличается от каротина оранжево-красной окраской.

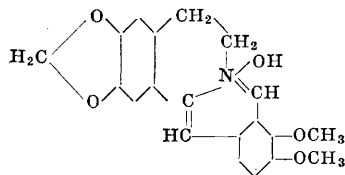
Промежуточное положение между азотсодержащими и безазотистыми К. в. занимают красители, получаемые из некоторых лишайников, напр. орсейль и лакмус. В лишайниках (*Roccella tinctoria* и др.) содержится производное орсина (диокситолуола), как то: орселиновая к-та, ее эфир — пикроэритрин и диорселиновая (леканоровая) к-та, причем последняя преобладает.



При окислении в присутствии  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и аммиака эти продукты, переходя через орсин, дают красители неизвестного строения, содержащие азот. Главным из них является орсейль, широко применявшийся в средние века для окраски шелка в красный цвет. Более длительная обработка вышеприведенных продуктов приводит к лакмусу (см.), применяемому гл. обр. в качестве индикатора. Строение лакмуса также неизвестно.

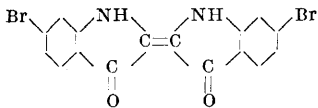
### II. Азотсодержащие естественные К. в.

Этот класс естественных К. в. характеризуется наличием представителей шестичленных пиридиновых и пятичленных пирроловых циклов. К первым относится изохинолиновый краситель, берберин, ко вторым же — индиго, хлорофилл и гемоглобин. Вопрос о получении в растительном организме изохинолинового цикла, связанный с образованием и других азотсодержащих циклов в растительных алкалоидах, требует еще разъяснения. Берберин и, красящее вещество корня барбариса (*Berberis vulgaris*), на-



ходит нек-рое применение в крашении шерсти и кожи, аналогично основным хинолиновым красителям. Наличие в берберине двух конфигураций пирокатехиновой кислоты или пирокатехинового альдегида роднит его с целым рядом предыдущих К. в. и возможно, что генезис их во многом сходен. Индиго содержится в виде глюкозида индикана в листьях и стеблях индигоносных растений; на юге России и в Ср. Германии до конца 19 в. культивировалось растение *Isatis tinctoria* (вайда); виды *Indigofera tinctoria* и *Polygonum tinctorium* культивируются еще и в настоящее время в колониальных странах. Лучшие сорта естественного индиго (бенгальский индиго) содержат до 90% основного К. в. — индиготина, худшие же сорта (экваторский или индиго из вайды) — до 10—15%. Из индигоносных растений краситель получается путем разложения индикана и получается образующегося при этом индоксильного производного (см. *Индиго*). Из индигоидных К. в. осо-

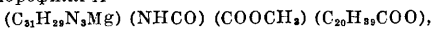
бого интереса заслуживает так называемый пурпур древних



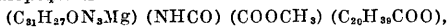
представляющий собой диброминдиго и выделяемый моллюсками *Murex purpurus*. Этот краситель, очень ценившийся в древности, был получен синтетически из 4-бром-2-нитробензальдегида по методу Байера-Древсена и оказался вполне идентичным с естественным пурпуром. В настоящее время он никакого применения не имеет.

Наиболее важными по своему физиологическому значению из всех естественных К. в. являются хлорофилл (К. в. зеленых частей растений) и гемоглобин (К. в. крови позвоночных животных). В основе строения обоих веществ лежит одно и то же пирроловое ядро и сложное производное последнего — этиопорфин. Вильштеттеру удалось выделить хлорофилл в чистом виде и детально исследовать продукты его разложения, вплоть до общего родоначальника хлорофилла и гемоглобина — этиопорфина. В листьях растений содержится:

хлорофилл А



хлорофилл В



каротин и ксантофилл. Вильштеттер разработал способы разделения этих К. в., доказав присутствие в хлорофилле Mg и дал методы его удаления, а равно и обратного внедрения. При действии к-т хлорофилл теряет Mg и переходит в феофтин. Последний является эфиром сложного спирта, фитола, и карбоновых к-т различного строения (в зависимости от условий распада), называемых фитохлороинами (для хлорофилла А) и фитородинами (для хлорофилла В). Известно 17 различных фитохлороинов и фитородинов; существование их Вильштеттер объясняет различными лактамообразными группировками — т. н. алломеризацией. При действии щелочей фитохлороинов и фитородинов терпят  $CO_2$ , переходя через филопорфирин в этиопорфирин,  $C_{32}H_{40}N_4$ . Во все промежуточные продукты, действуя  $CH_3MgJ$ , можно ввести вместо Mg и получить таким образом их Mg-производные (филины).

Гемоглобин находится в венозной крови, артериальная же кровь содержит его оксипроизводное (оксигемоглобин). Оксигемоглобин имеет молекулярный вес ~17 000 и м. б. расщеплен на две составные части: белковое вещество — глобин и красящее — гематин,  $(C_{54}H_{72}N_4)(FeO)(COOH)_2(CH_2CH_2)$ , которое дает хлорид, гемин,  $(C_{54}H_{72}N_4)(FeCl)(COOH)_2(CH_2CH_2)$ . В гемине и его производных содержится железо. Гоппе-Зеллер, удалив из гематина железо, получил гематопорфирин,  $(C_{54}H_{72}N_4)(COOH)_2(CH_2CH_2O)$ , в котором им было обнаружено присутствие ненасыщенных виниловых групп  $CH=CH$ . При восстановлении последних может быть получен либо мезогемин,  $(C_{54}H_{72}N_4)(FeCl)(COOH)_2(CH_2CH_2)$ , либо мезопорфирин,  $(C_{54}H_{72}N_4)(COOH)_2(CH_2CH_2)$ , и мезопорфиноген для лишенных Fe молекул. Из гематопорфирина действием КОН в метиловом спирте Вильштеттер получил гемопорфирин,  $(C_{54}H_{72}N_4)(COOH)_2$ , из которого по удалении  $CO_2$  получается тот же этиопорфирин,  $(C_{32}H_{40}N_4)$ , что и из хлорофилла. В молекуле этиопорфирина предполагают наличие четырех пирроловых ядер.

Билирубин, продукт распада К. в. крови, образуется в печени и имеет состав  $C_{28}H_{44}O_6N_4$ . При действии щелочи он дает гематиновую к-ту, т. е. должен содержать оксипиррольное ядро. Энергичное восстановление билирубина дает замещенные пирролы, наряду с билирубиновой к-той. В силу этого билирубин по строению своему д. б. близок к гемину. К этому же типу веществ близки некоторые красители, содержащиеся в моче, а также К. в., обуславливающие окраску волос и перьев животных.

Лит.: Рупе Н., *Chemie d. natürlicher Farbstoffe*, Т. 1—2, Brschw., 1900—09; Бригль Р., *Chemische Erforschung d. Naturfarbstoffe*, Brschw., 1921; Willstätter R. u. Stoll A., *Untersuchungen über Chlorophyll*, В. 1913; Willstätter R. u. Stoll A., *Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure*, В. 1918; Кюстер, *Zur Kenntnis d. Hämins*, «Arch. d. Pharmazie u. Ber. d. Deutsch. Pharmaziegesellschaft», Berlin, 1915, В. 253, p. 457;

Fischer F., *Zur Kenntnis d. Porphyrine*, «Lieb. Ann.», 1917—29; Willstätter R., *Über Anthocyanine*, *ibid.*, 1915, В. 408, p. 1—163; 1917, В. 412, p. 113—231; Dimroth O., «B», 1920, В. 53, p. 971; Freudenberg K., *ibid.*, p. 1416; Georgievics G., *Indigo v. praktischen u. theoretischen Standpunkt*, Leipzig—Wien, 1892; Karrer P., «*Helvetica chimica acta*», Basel, 1926—29; König W., «*Journ. prakt. Chemie*», Lpz., 1926, p. 1; Robinson J., «*Journ. of the Chem. Society of London*», 1927, v. 121, p. 15; Heilborn J., *ibid.*, p. 1203; Kylin H., «*Zeitschrift für. physiol. Chemie*», Berlin, 1926, В. 157, p. 148; Kylin H., *ibid.*, 1927, В. 163, p. 229.

И. Иоффе.

### Красящие вещества синтетические.

К. в. (красители) синтетические — органич. цветные вещества, способные в процессе крашения сообщать тот или иной цвет волокнистым материалам (текстильным волокнам, бумаге, дереву, коже, меху, соломе и т. п.). Подавляющее большинство синтетич. К. в. принадлежит к соединениям ароматич. ряда; исходными материалами для синтеза их служат ароматич. и гетероциклическ. соединения, добываемые из каменноугольной смолы или коксольных газов (см. *Коксольное производство*). Поэтому такие красители называют иногда каменноугольными, или смоляными, или дегтярными. Иногда их называют также анилиновыми красками, по первым представителям их, к-рые готовились из анилина. Термин «краска» в применении к синтетич. красителям, хотя и очень распространенный, является неправильным, т. к. краской называют обычно смесь К. в. с другими веществами (загусткой, олифой, камедной водой и т. п.), наносимую на окрашиваемый предмет; красителем же, или К. в., является лишь один из ингредиентов этой смеси, именно тот, который сообщает цвет краске и окрашиваемому предмету. Прежде синтетич. К. в. называли пигментами, опять-таки неправильно, т. к. пигменты — лишь небольшая группа красящих веществ, нерастворимых в воде и служащих для поверхностного окрашивания.

Кроме крашения (см.) волокнистых материалов синтетич. К. в. находят применение для окраски жиров и других пищевых веществ, лаков, искусственных смол и пластич. масс, всевозможных поделочных материалов, для производства цветных карандашей, чернил, тушей, копировальной бумаги, в косметике, в фотографии (в качестве сенсibilizаторов), для изготовления светофильтров и для окраски микроскопич. препаратов. Некоторые К. в. служат в физиологии и медицине для целей диагностики, другие же применяются как лекарственные вещества (преимущественно антисептического характера).

Теория цветности и строения К. в. При прохождении сложного белого света через слой какого-либо вещества некоторые из составляющих свет колебаний затухают, или, как говорят, поглощаются, поглощаются веществом. Если поглощен какой-либо из видимых лучей спектра, то поглотившее его тело кажется окрашенным в цвет, дополнительный к поглощенному, а в спектре прошедшего через него света обнаруживается темная линия или полоса (или же несколько полос, если поглощено несколько лучей). Если поглощаются только ультрафиолетовые лучи, то тело кажется бесцветным, но, фотографируя его спектр поглощения, обнаруживаем полосу на месте поглощенных лучей. Бесцветными кажутся также тела, имеющие поглощение лишь в инфракрасной части спектра. Правильнее было бы называть тела, погло-

пшащие канье-либо участки ультрафиолетовых или инфракрасных лучей, не бесцветными, а невидимыми.

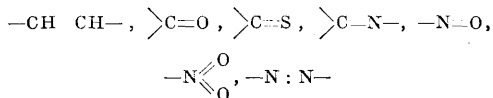
При сравнении ряда цветных тел всякое передвижение полосы поглощения от фиолетового конца спектра к красному называют углублением цвета (бадохромией), обратное же передвижение — повышение (гипсохромией). Наиболее «высоким» из видимых цветов является желтый, так как ему соответствует поглощение в фиолетовой части спектра; затем идут: оранжевый, красный, фиолетовый, синий и наконец наиболее «глубокий» — зеленый, дополнительный к поглощаемому красному. Эти термины экстраполируют и на ультрафиолетовую и инфракрасную части спектра, так что углублением цвета называется всякое передвижение поглощения в сторону лучей с большей длиной волны, а повышением — обратное. Все факторы, способствующие углублению цвета, называются бадохромными, а противоположные — гипсохромными. Поглощение света каким-либо телом можно представить в виде кривой (абсорбционной диаграммы), если, отложив на оси абсциссы длины волн, откладывать на ординатах соответствующие им степени освещения, определяя последние в каждом участке фотометрически. Такие кривые будут иметь минимумы в тех местах, где находятся наиболее поглощаемые данным телом лучи.

К. в. с волокнистыми материалами дают комплексы видимочветные, т. е. имеющие поглощение в видимой части спектра. При этом многие красители имеют в субстанции или в растворе иной цвет, чем на волокнах; некоторые красители дают на разных волокнистых материалах различного оттенка окраски; цвет многих окрасок зависит от состава примененной при крашении протравы; наконец имеются единичные случаи, когда краситель сам по себе кажется бесцветным, но на волокнах по протравам дает видимую окраску. Т. о., вообще говоря, К. в. не должны быть обязательно видимочветными телами, но во всяком случае каждое К. в. должно иметь спектр поглощения, близкий по своему расположению к видимой части спектра или лежащий в ней. В последнем случае оно само будет видимочветным, во втором же — невидимочветным.

Не всякое цветное тело будет представлять собой К. в. Известно много цветных органических (а также минеральных) соединений, которые никакого цвета волокнистым материалам не сообщают. Несомненно, что цветность какого-либо химич. соединения и его способность окрашивать волокна теснейшим образом связаны с химическим строением.

Вполне законченной и научно обоснованной теории цветности до сего времени не существует. Однако имеется много отдельных наблюдений относительно влияния строения органических соединений (и в частности К. в.) на их цвет. Вначале это относилось лишь к видимочветным телам и к цвету, определяемому на глаз, но с развитием спектроскопии (Хартлей, 1879 г.), а в последнее время спектроскопии цвет всякого видимо или невидимо окрашенного соединения может быть твердо установлен по положению максимумов поглощения им световых лучей. Если ограничить круг рассматриваемых органических соединений теми, которые имеют полосы поглощения в пределах от 300 до 850  $m\mu$ , т. е. лежащие в видимой или в ближайших к ней ультрафиолетовой и инфракрасной частях спектра, то среди этих органич. соединений мы не найдем ни одного предельного соединения. Для того чтобы органич. соединение имело избирательное поглощение в указанных пределах, оно должно иметь кратную (двойную) связь. На это обстоятельство указал еще в 1868 году Гребе. Спустя 8 лет О. Витт развил положение Гребе подробнее в своей так назыв. хроморофной теории цветности и строения красителей.

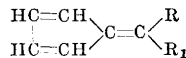
По О. Витту, носителями цветности — хроморофами — являются ненасыщенные группы, напр.



в соединении с ароматическими радикалами они дают т. н. хроморогены, которые м. б. и цветными и бесцветными (по нашим теперешним понятиям — невидимочветными) телами. При введении в молекулу хроморогена групп  $-\text{OH}$ , или  $-\text{NH}_2$ , или вообще  $-\text{N} < \begin{matrix} \text{R} \\ \text{R}_1 \end{matrix}$  названных Виттом аукохромными (помогаящими цветности), цвет сильно углубляется, и в то же время соединение делается настоящим красителем. Кроме этих аукохромных групп свойства красителей цветным соединениям придают группы

$-\text{SO}_2\text{H}$  и  $-\text{COOH}$ , не углубляющие цвета, или, вернее, в разных случаях действующие различно — то бадохромно (углубляюще), то гипсохромно (повышающе). Группы  $-\text{SO}_2\text{H}$  и  $-\text{COOH}$  называются соеобразующими. Теория Витта сыграла громадную роль как прекрасная схема для классификации К. в., но в настоящее время известно много фактов, не укладывающихся в ее рамки. Прежде всего число аукохромных групп сильно разрослось: к ним причисляют и группы  $-\text{OR}$  (где R — алкил или арил), и сульфогруппы, и ациламинные, и даже атомы галогенов. Далее, сейчас в значит. степени стерлась граница между хроморофами и аукохромными группами.

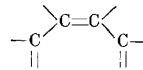
Второй распространенной теорией цветности была теория хиноидного строения, основоположником к-рой должен считаться Р. Нейпци; определеннее формулировал ее Армстронг. Исходя из того, что большая часть К. в. и других цветных тел заключает в своей молекуле хинонные или хиноидные кольца, сторонники этой теории принимают, что все видимочветные тела должны иметь хиноидное строение. При этом очень многие соединения, которые по способу их получения и по химическим реакциям не имеют хиноидных колец, считаются таутомерами, способными существовать и в хиноидной форме. Эта теория дала возможность еще удобнее классифицировать синтетич. К. в., но не могла объяснить всех случаев цветности органич. соединений. Следует заметить, что она явилась отнюдь не опровержением, а лишь расширением теории Витта, так как и хроморофы и аукохромные Витта находят себе место в хиноидных кольцах. Однако с течением времени было найдено немало соединений, в к-рых шестичленных хиноидных колец заведомо не может быть, как например цветные фульвеновые углеводороды типа



Пришлось расширить теорию хиноидного строения цветных тел в том смысле, что причиной цветности служат не сами хиноидные кольца, а наличие в химич. соединении большего или меньшего количества «конъюгированных» (согласно представлениям Тиле) двойных связей, чередующихся с простыми, причем особое расположение этих связей, наблюдаемое в хинонах, особенно благоприятствует появлению видимой цветности. Так. обр. причиной цветности в фульвенах служит наличие группировки



имеющейся в удвоенном виде и в  $\alpha$ -хинонах; в молекуле индго носителем цветности является группировка



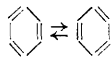
имеющаяся тоже в  $\beta$ -хинонах; в  $\alpha$ -дикетонах — группировка



свойственная также  $\alpha$ -хинонам, и т. д. При этом все известные практически применимые синтетич. К. в., с допущением в них возможности таутомерии, удалось подвести под тот или иной хиноидный или полухиноидный тип. Опять-таки и при таком расширении теории хиноидного строения виттоских хроморофов и аукохромных находили себе место как части «полухиноидных» группировок или же как группы, дающие начало таутомеризации соединений в полухиноидные тела. Подобно теории Витта и теория хиноидного строения красителей не затрагивала физической сущности причин цветопоглощения органических соединениями, констатируя лишь связь этого цветопоглощения с присутствием хиноидных (или полухиноидных) группировок атомов.

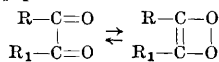
Первой попыткой глубже проникнуть в сущность явленной была осциллирующая теория Э. Бэли, сущность к-рой заключается в следующем. Простейшими соединениями, обнаруживающими избирательное поглощение ультрафиолетовых лучей вблизи видимой части спектра, являются таутомеры кетоэнольного типа — *оцетокислый эфир* (см.), ацилацетон и т. п. При каждом перемещении двойной связи происходит перемещение валентных электронов; следовательно внутри молекулы имеется непрерывное колебание электронов, синхронное с известной

группой электромагнитных волн, представляющих собою ультрафиолетовые лучи. При прохождении белого света через такие тела те волны ультрафиолетовых лучей, колебания которых синхронны с происходящими внутри тела, интерферируют с последними и затухают; получается поглощение света определенной длины волны. Аналогично этому в ароматических ядрах (например бензольном), если принять теорию осцилляции двойных связей

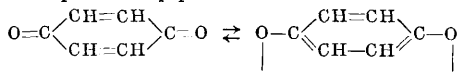


происходят непрерывные ритмические колебания электронов, синхронные с определенными ультрафиолетовыми лучами. Этим объясняется и невидимая цветность, присущая всем ароматич. соединениям.

Другой тип осцилляции связей—п з о р о п е з и с—существует в  $\alpha$ -дикетонах, хинонах и их производных. Например строение  $\alpha$ -дикетонов,  $o$ -хинонов и их производных колеблется между дикетонной и перекисной формами такого типа



строение  $\eta$ -хинонов также колеблется между дикетонной и перекисной формами



Эти колебания медленнее, чем осцилляция кетонных таутомеров или ароматических соединений, и синхронны б. ч. уже с лучами видимой части спектра. Поэтому большинство хиноидных тел являются видимочетными. В частности этим объясняется цветность красителей, построенных по типу хинона.

Положения этой теории впоследствии были развиты на основе очень распространенной среди окрашенных тел таутомерии, в к-рой виттовские аукохромы играют важную роль, и приведены в согласии с взглядом Ад. Байера на строение трифенилметановых красителей, считавшего, что ион хлора в основных красителях этого ряда осциллирует между амидными аукохромами, попеременно образуя с ними солеобразные группировки, что иначе можно выразить так: амидированные ядра основных трифенилметановых красителей попеременно принимают хиноидную форму; осцилляция связей (или, что то же, электронов), происходящая при этом, является источником поглощения света этими красителями

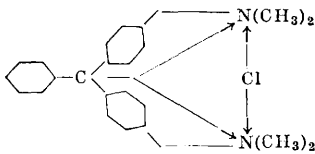
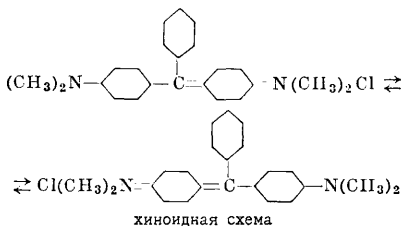


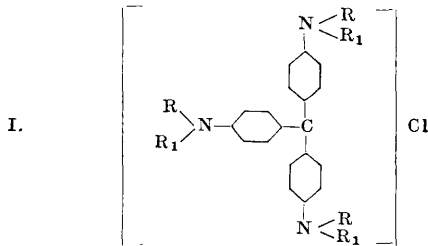
схема Байера



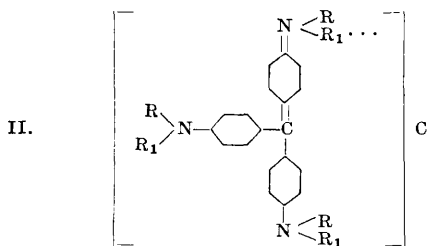
хиноидная схема

Хотя эта гипотеза являлась уже попыткой связать строение цветных тел с физич. природой светопоглощения, однако она, по крайней мере в области красителей и вообще видимочетных тел, базировалась попрежнему на хиноидной их структуре. Между тем приблизительно одновременно с ее возникновением были открыты явления, повидимому в корне противоречившие теории хиноидного строения, даже со всеми внесенными в нее поправками: это—видимая цветность свободных радикалов и явления *галлохроми* (см.). Все химические свойства свободных радикалов (трифенилметила и т. п.) наиболее согласуются с принятием в них трехвалентного центрального углерода, например  $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C}$ —, т. е. с высшей ступеню не насыщенности такого рода соединений. Т. о. в качестве основной причины цветности выступает насыщенность соединений и известная пропорциональность, наблюдаемая (при прочих равных условиях) между степенью этой нена-

сыщенности и глубиной цвета. Т. к. ненасыщенность соединения связана с наличием некоторого запаса свободной энергии в его молекулах, то гипотеза эта примыкает к современным теориям строения материи. В последнее время получили значительное распространение взгляд на красители (по крайней мере на не-кие группы их) как на комплексные соли, в к-рых анион (или соответственно катион) находится во второй координационной сфере. Например основные трифенилметановые красители формулируются Фирц-Давидом



как карбониевые соли (I), а Керманом — как хиноидные комплексные соли (II)

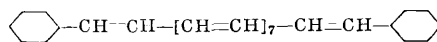


Подобные же конфигурации Керман придает и ф-лам азинов, оксазинов, тиазинов и т. д. Соли (лаки) протравных красителей еще со времени работ Л. А. Чугаева и Вернера рассматриваются как внутренние комплексные соли.

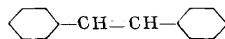
При взгляде на видимочетные тела как на комплексные или молекулярные соединения и при объяснении цветности их большей или меньшей ненасыщенностью получает объяснение и глубокая цветность хингидронов, солей Вурстера, а также становится понятным, почему нет цветных тел среди вполне насыщенных соединений. Тем не менее для глубокоцветных тел многие исследователи все же принимают часто, наряду с комплексным строением, также и хиноидное строение хотя бы некоторой части их молекул. Таков например приведенный выше взгляд Кермана на строение основных трифенилметановых, азиновых и других красителей.

Осцилляционная теория цветности м. б. согласована с теорией ненасыщенности как причины цветности: во время осцилляции электронов внутри молекулы связи между атомами оказываются периодически на некоторое время порванными, следовательно атомы в этот период являются ненасыщенными, т. е. обладают повышенным уровнем энергии.

Дальнейшим развитием и до известной степени синтезом всех приведенных выше теорий цветности является формулированная в последнее время В. Кенигом, а частично еще и раньше В. А. Измаильским теория полимерного строения цветных тел. Выше было отмечено, что избирательное поглощение в видимой и близких к ней частях спектра имеется у всех тел с «контюгированными» двойными связями. В простейших случаях это будут углеводороды, которые содержат по несколько метиновых ( $-\text{C}=\text{C}-$ ) или виниленовых ( $-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}-$ ) групп. Недавно Куну [1] удалось получить ряд углеводородов с длинными цепями таких виниленовых групп, до 1,18-дифенил-октадеканонаена

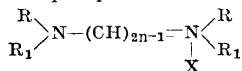


включительно. Цвет этих углеводородов, начиная от видимобесцветного стильбена

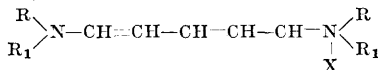


последовательно углубляется с прибавкой каждой виниленовой группы, переходя к желтому, оранжевому и наконец к медноокрасному с синеватым оттенком. Цвет подобных соединений еще значительно углубляется при введении в них аукохромных групп.

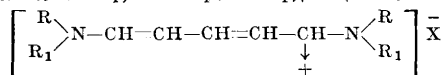
Кениг в своих изысканиях исходит именно из таких соединений, — например солей оснований общей ф-лы



где R и R<sub>1</sub>—любые радикалы, а X—какой-либо анион, напр. Cl. При n=3 имеем следующее соединение (изображая его строение классической структурной формулой)

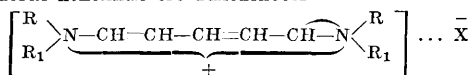


Подобного рода соли образуются присоединением например галогидного алкила R<sub>1</sub>X к имидооснованиям. Так как подобные соли проводят электрический ток, то, согласно теории Вернера, анион X должен лежать отдельно от R<sub>1</sub>, во второй координационной сфере

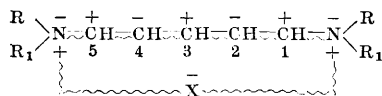


На обоих концах цепи получаются так. обр. совершенные идентичные группы  $-\text{N} \begin{array}{l} \text{R} \\ | \\ \text{R}_1 \end{array}$ , т. е. аусохромы. Последние же способны обнаруживать, сверх нормальной валентности их центрального атома, одинаковые количества положительной и отрицательной дополнительной валентности, т. е. имеют характер диполей.

Анион X, обладающий отрицательным зарядом, д. б. связан с остальной частью молекулы (комплексным катионом) ослабленной связью, на которую затрачивается неполная его валентность

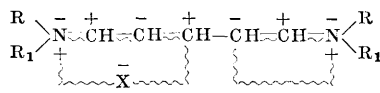


Предположим (произвольно), что X связан неполной связью с правым (в ф-ле) атомом N. Последний, переходя из трехвалентного состояния в пятивалентное, обнаруживает, сверх нормального, одинаковые количества положительного и отрицательного сродства (равные по величине заряды + и -). Положительный побочный заряд нейтрализуется отрицательным зарядом аниона, но не полностью, т. к. анион связан слабо. Остаток этого положительного заряда связывает часть остающегося у азота отрицательного заряда, оставшая же часть последнего затрачивается на образование второй связи между N и метиновой группой; эта вторая связь является тоже ослабленной (неполной). Со стороны первой метиновой группы на образование этой связи расходуется также неполный положительный заряд, часть которого, оставаясь неиспользованной, оттягивает на себя часть отрицательного заряда второй метиновой группы, и т. д. Таким образом в конце-концов индуцируется частичный положительный заряд у пятой метиновой группы, берущий на себя часть побочного отрицательного заряда атома N второго аусохрома (левого в формуле). У азота этого аусохрома также останется следовательно нек-рая свободная часть положительного заряда, которая может быть затрачена на нейтрализацию остаточного отрицательного заряда аниона. Иными словами, получается замкнутая цепь подвижных гетерополярных связей, изображаемая следующей ф-лой, в которой ослабленные связи представлены волнистыми линиями, а остаточные частичные заряды соответственных атомов знаками + и -



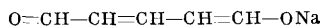
Внутри этой цепи, вследствие лабильности валентных связей, происходит постоянное смещение валентных электронов с одной орбиты на другую, вызывающее эффект светопоглощения. Чем длиннее цепь, т. е. чем большее число отдельных силовых полей этих электронов частично перекрывает друг друга, тем большее влияние оказывают колебания одних электронов на другие, взаимно замедляя друга друга. Поэтому для перемещения электронов на их крайние внешние орбиты требуются такие кванты энергии, которые м. б. получены лишь от световых лучей с достаточно большой длиной волны. Соответственно, с удлинением цепи конъюгированных метиновых групп, поглощения света перемещается все больше в область лучей красной части спектра. Сопряжение с анионом двух крайних аусохромов, представленное на приведенной выше

ф-ле, соответствует максимуму поглощения, лежащему всего ближе к красному концу спектра; однако можно допустить, что частичные отрицательные заряды аниона м. б. нейтрализованы частичными положительными зарядами всякой другой пары групп, напр. зарядами одного из аусохромов и метиновой группы 1-й, 3-й или 5-й. В последнем случае образуются две (или более) замкнутые цепи, служащие причиной абсорбции света с меньшими длинами волн, например:

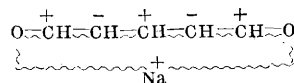


Возможность замыкания более коротких цепей даст начало новым абсорбиционным полосам в спектре. Поэтому существуют тела с 2, 3 и более максимумами поглощения света.

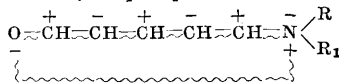
Аналогично трактуются Кенигом соли с катионами во внешней сфере; напр. соединение



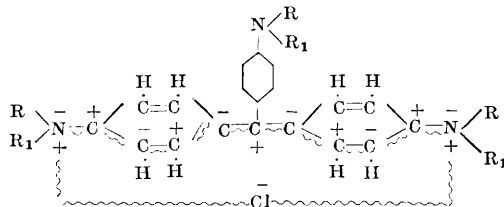
изображается так



При разнозначных крайних аусохромах может происходить внутреннее замыкание и без помощи аниона или катиона, например



Переноса эти воззрения на более сложные цветные соединения, Кениг приходит напр. к следующей ф-ле для основных трифенилметановых красителей

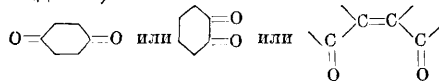


Теория Кенига, наиболее согласованная с теорией строения атома и с современными воззрениями на природу светопоглощения, хорошо объясняет многие явления в области цветности органич. соединений, но не получила еще полного развития в приложении ко всем цветным телам.

**Классификация красителей.** Так как большинство красителей, при условии допущения таутомерии их, можно считать хиноидами, то представляется весьма удобным классифицировать синтетич. К. в. по типам заключающихся в них хиноидных колец. Эта, хотя и не вполне точная, классификация представляет большие удобства для запоминания и для обобщений в области синтеза; она м. б. легко перестроена как на более старую классификацию по хромофорам, так и на классификации по типам комплексов, по осцилляционным типам и на кениговскую (см. выше).

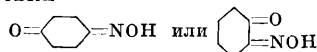
Все синтетич. К. в. можно разделить на следующие классы.

1. Хиноидные красители, характеризующиеся присутствием в их молекуле *n*- или *o*-хинонного кольца (или половины последнего)



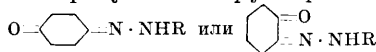
1) Индиго и индигоиды. 2) Нафтохинонные красители. 3) Антрахинонные красители.

II. Хиноноксимины, характеризуемые наличием *n*- или *o*-хиноноксимной группировки

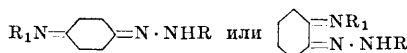


1) Нитрозокрасители (хиноноксимины). 2) Нитрокрасители.

III. Хинонгидразонные, характеризуемые присутствием группировок

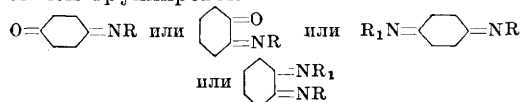


и



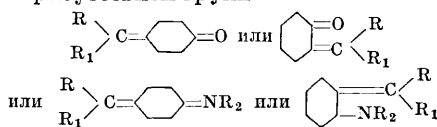
1) Гидразонпиразолоновые красители. 2) Азокрасители. 3) Стильбенев. красители.

IV. Хинонимидные и хинондиимидные, характеризуемые присутствием группировок



1) Индамины и индофенолы. 2) Азины и азони, черный анилин, оксазины и тиазины. 3) Сернистые красители.

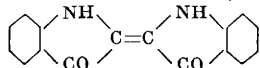
V. Метилехинонные и метилкенинонимидные, характеризуемые присутствием групп



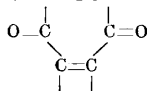
1) Трифенилметановые. 2) Акридиновые. 3) Ксантеновые. 4) Оксикетонные и кетонимидные (дифенилметанов.) красители. 5) Хинолиновые красители.

#### Класс I. Хинонные красители.

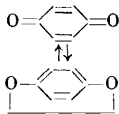
Группа I. Индигоидные К. в. (красители полухинонного типа). Они получили свое название от старейшего представителя этой группы—синего *индиго* (см.)



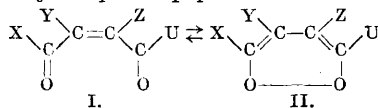
и заключают всю свойственную его молекуле «полухинонную» группировку атомов



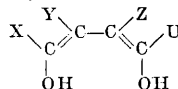
Подобно тому как *n*-хинон по своим химическим свойствам м. б. отнесен одинаково как к  $\gamma$ -дикетонам, так и к перекисям и принимается б. ч. за соединение таутомерное, существующее в обеих этих формах:



так же и индигоиды м. б. представлены в двух таутомерных формах

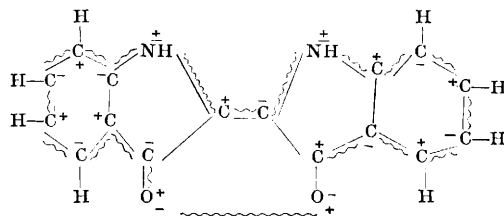


Существованием перекисной формы (II) естественнее всего объясняется свойство всех индигоидов легко восстанавливаться в *лейко*-соединения (см.), имеющие след. строение



Подобно гидрохинону, являющемуся лейко-соединением хинона, и щелочные растворы лейко-соединений индигоидных К. в. легко окисляются в красители, нерастворимые в воде. На этом основано и крашение ими различных волокон (см. *Крашение*). Что касается цветности этих красителей, то между ними встречается вещества всех цветов видимого спектра, но лишь немногие из них дают окраски ходовых оттенков. Цветность индигоидных красителей, по теории Витта, зависит от присутствия в них трех хромофорных групп: двух групп  $=\text{C}=\text{O}$  и одной  $-\text{CR}=\text{CR}-$ , соединенных с двумя ароматическими ядрами, и аукохромных групп  $-\text{NH}-$ ,  $-\text{S}-$ ,  $-\text{O}-$ , введенных между хромофором и ароматич. ядром.

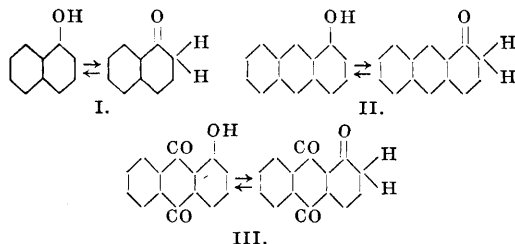
Теория хиноидного строения приписывает цветность индигоидов наличию полухинонной группировки (включающей все три хромофора Витта) и связанных с нею аукохромных групп. По Кенигу, можно было бы представить например индиго в следующем виде



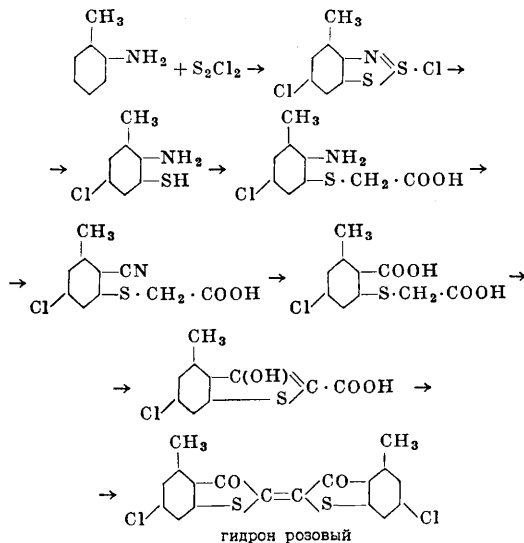
что в упрощенном виде выражается и таутомерной ф-лой индигоидов, приведенной выше. Рациональная классификация индигоидов приведена в ст. *Индигоидные красящие вещества*.

По строению и методам получения индигоидные К. в. могут быть разделены на симметричные и несимметричные. Первые обычно получаются окислением двух молекул одного и того же вещества, вторые же—конденсацией двух различных компонентов. К первым следует отнести 2, 2'-бис-индолиндиго, 2, 2'-бис-нафт-индолиндиго, 2, 2'-бис-антриндолиндиго, а также соответствующие тионафтеновые и другие производные. Второй отдел охватывает несимметричные индигоиды, как 2, 3'-бис-индолиндиго (индирубин), 2-тионафтен-3'-индолиндиго (тиоиндиго алый R) и другие. Среди индигоидных красящих веществ доминирующее значение имеют красители, содержащие по два пятичленных цикла; но существуют и такие, которые имеют только один пятичленный цикл либо вовсе не имеют такового. При получении как симметричных, так и несимметричных индигоидов необходимо заранее синтезировать промежуточные продукты, содержащие замкнутые, характерные для этих красителей

циклы: индоксил, изатин, изатинанилид, 3-окситионафтен и т. п. В промежуточных циклических соединениях, служащих для получения индигоидов, является характерным наличие кетозольной таутомерии. Целый ряд соединений, способных к кетозольной таутомерии, м. б. применим в качестве промежуточных продуктов для синтеза индигоидов. Наиболее важными исходными веществами являются *o*-нафтол (I), оксиантрацен (II), оксиантрахинон (III) и ряд хинонов

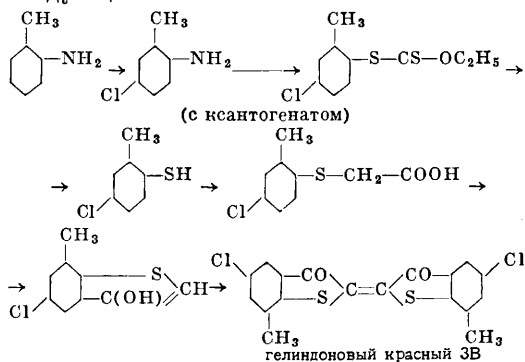


О получении индоксила, изатинанилида и изатина см. *Индиго*, тиоиндоксила—см. *Индигоидные красящие вещества*. 3-окситионафтен, важный полупродукт синтеза индигоидов, получают по способу Фридлендера, исходя из антралиновой кислоты, или по способу Герца, исходя из анилина и двуххлористой серы, причем происходит как хлорирование анилина, так и внедрение в бензольное ядро серы. Полученный продукт при восстановлении переходит в производное *o*-аминотиофенола, к-рое с хлоруксусной к-той дает соответствующее глициновое производное, после чего, по реакции Зандмейера, через нитрил получается карбоновая к-та. Последняя при действии водостнивающих средств переходит в производное окситионафтенкарбоновой кислоты. Так, для случая *o*-толуидина получается 4-метил-6-хлор-3-окситионафтенкарбоновая к-та, важный продукт для синтеза гидрона розового, по схеме

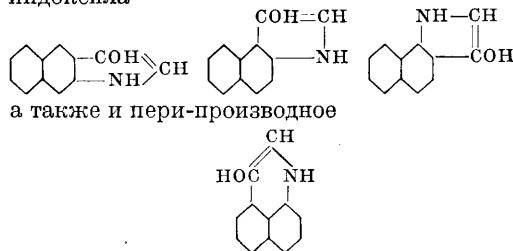


Существует много аналогичных способов синтеза производных 3-окситионафтена [2]. Интересен также способ получения изомер-

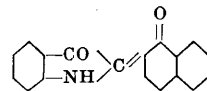
ного продукта из того же *o*-толуидина по следующей схеме



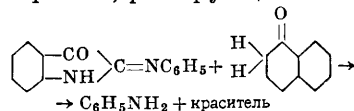
Для получения индигоидов кроме вышеперечисленных продуктов могут служить и их нафталиновые и антраценовые аналоги, получаемые общими методами. Для нафталиновых и антраценовых производных возможны по три изомера, наприм. для нафтиндоксила



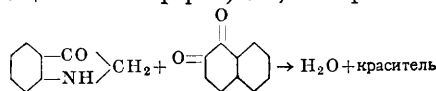
дающие различные изомеры нафтиндиго. В последние годы изучение подобных нафталин- и антрацениндигоидных К. в. приобретает все большее значение. Из других продуктов для синтеза индигоидов применяются оксипроизводные—нафтолы, нафтохиноны, аденанфтенхиноны, антранолы, оксиантрацены и др.; сочетая их с различными производными индола и тионафтена, можно получать различные индигоиды как симметричные (окислением двух одинаковых молекул, так и несимметричные (при сочетании двух различных молекул); в последнем случае один из компонентов представляет собою обычно *o*-дикетон или *o*-хинон (вернее, его производное), второй же—какое-либо циклическое оксипроизводное, способное к кетозольной таутомерии. Так, краситель типа



м. б. получен либо конденсацией изатинанилида с нафтолом, реагирующим в кетоформе

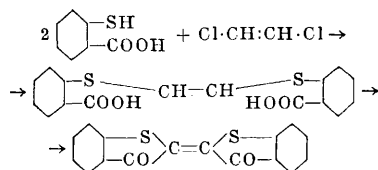


либо путем конденсации индоксила (реагирующего в кетоформе) с 1, 2-нафтохиноном

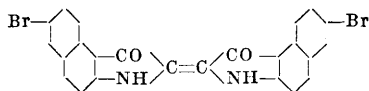




1. Симметричные индигоиды. Важнейший представитель—индиго, 2, 2'-бис-индолиндиго—см. *Индиго*. Т и о и н д и г о к р а с н ы й, 2, 2'-бис-тиоафтендиго, получается при окислении двух молекул 3-окситиоафтена или непосредственно, по Мюнку, замыканием колец в ацетиленди-тиофенол-о-карбоневой кислоте, по схеме



И н д и г о к а р м и н, 5, 5'-дисульфокислота индиго, получается при действии концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  на индиго или на фенилглицин; применяется мало, как кислотный краситель и для титрования при анализе *гидросульфита* (см.). И н д и г о 2R, 5, 5'-диброминдиго, получается при умеренном бромировании индиго или синтезом из броминдоксила; обладает несколько более красным оттенком, чем обыкновенный индиго. И н д и г о 4B, 5, 7, 5', 7'-тетраброминдиго, получается при бромировании индиго в кипящем нитробензоле; более чистый по оттенку и более прочный краситель, чем индиго. И н д и г о 6B, 4, 5, 7, 4', 5', 7'-гексаброминдиго, получается при действии избытка брома на индиго под давлением; применяется иногда в печатании, дает зеленовато-синие оттенки. Я р к и й и н д и г о различных марок—хлор- и хлорбромпроизводные индиго, получаемые при хлорировании дегидроиндиго Кальба (см. *Индиго*). И н д и г о Т, 7, 7'-диметилиндиго, получается аналогично индиго, синтезом из о-толуидина или из о-нитрометилбензальдегида; окрашивает ткани в более зеленый цвет, чем индиго. Ц и б а к р а с н ы й разных марок—галлоидопроизводные тиоиндиго, получаемые при галлоидировании тиоиндиго. Г и д р о н р о з о в ы й—см. выше. Т и о и н д и г о о р а н ж е в ы й, 6, 6'-диэтокситиоиндиго, получается при окислении 6-этокси-3-окситиоафтена. Кроме того в продаже имеется ряд различных галлоидо-, окси-, amino-, этокси- и метокси-производных различных симметричных индигоидов, получаемых обычными путями. Ряд производных индиго и тиоиндиго, содержащих вместо бензольных ядер нафталиновые и антраценовые, находится в настоящее время в стадии изучения; из получивших практич. применение представителей этого ряда необходимо отметить т и о и н д и г о з е л е н ы й G, дибром-биснафтинолиндиго строения



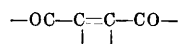
он получается при бромировании нафтазина и обработкой бромпродукта по байеровскому способу превращения изатина в индиго.

2. Несимметричные индигоиды. Простейший из них—индирубин, 2, 3'-бис-индолиндиго, соотсутствует индиго-

тину в естественном индиго и м. б. получен синтетически при конденсации изатина с индоксилом. Практич. применение имеет его 5, 7, 5', 7'-тетрабромпроизводное—ц и б а г е л и о т р о п В. Аналогичный индирубин т и о и н д и г о а л ы й R, 3-индол-2'-тиоафтендиго, получается при конденсации изатина с окситиоафтенном. Если вместо изатина взять его 2-анилид, то получается ц и б а с е р ы й, 2-индол-2'-тиоафтен-индиго; практич. применение имеет только его тетрабромпроизводное ц и б а ф и л е т о в ы й В.

Из непятичленных циклич. соединений находят применение следующие. А л и з а р и н и н д и г о 3R—трибромпроизводное 2-индол-2'-нафтолиндиго, получаемое при конденсации дибромизатинанилида с бром- $\alpha$ -нафтолом; мало применяется (в печатании), прочен к хлору и мылу. А л и з а р и н и н д и г о G—дибромпроизводное 2-индол-2'-антрацендиго, получаемое при конденсации дибромизатинанилида с  $\alpha$ -антролом. А л и з а р и н и н д и г о 2G, 2-индол-2-оксантролиндиго, получается при конденсации изатинанилида с оксиантролом. Ц и б а а л ы й 2G, 2-тиоафтен-2'-аценафтендиго, получается при конденсации окситиоафтена с аценафтенхиноном. Ряд красителей несимметричных, содержащих в различных сочетаниях нафтидолы, антринолы и их сернистые аналоги, находится в стадии исследования.

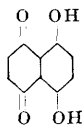
Индигоидные красители нерастворимы в воде и поступают в продажу в виде порошков или водных паст, содержащих чаще всего ~20% сухого красителя. Все они принадлежат к так наз. *кубовым красителям* (см.), окрашивание которыми основано на восстановлении красителя в растворимые в щелочах лейкосоединения, пропитывании волокнистых материалов растворами этих лейкосоединений и обратном окислении их в нерастворимые красители на волокне кислородом воздуха. Лейкосоединения индигоидов б. ч. желтого или оранжевого цвета, т. е. окрашены значительно «выше» самих красителей, что объясняется разрушением в них хромофорной группировки



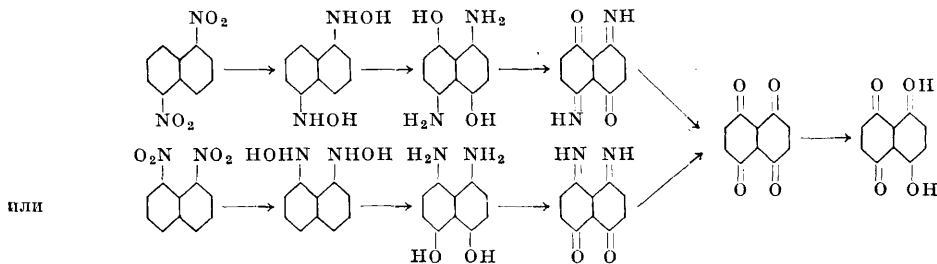
Окраски, получаемые при помощи индигоидных красителей, почти все отличаются большой прочностью как к свету, так и к мылу и другим реагентам (к-там, щелочам и т. д.). Лишь к трению нек-рые окраски (в том числе и самое индиго) не вполне прочны, что объясняют механ. характером связи их с волокном. Наиболее распространенным красителем этой группы является самое индиго. Другие индигоиды применяются в значительно меньшем масштабе, гл. обр. вследствие своей высокой цены и сравнительно высокой стоимости крашения ими, требующего применения гидросульфита.

Г р у п п а II. Н а ф т о х и н о н н ы е к р а с и т е л и. Практически годные красители, заключающие бензохинонное кольцо, неизвестны. С технич. важными К. в. хинонового типа мы встречаемся лишь в нафталиновом ряду. Первым (и самым важным) пред-

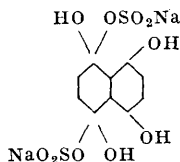
ставителем этой группы является нафтазарин, 1,4-диокси-5,8-нафтохион [3]



получаемый нагреванием 1,5- или 1,8-нитронафталина с крепкой серной кислотой и  $S_2O_3$  (раствором серы в серной кислоте), причем происходит сначала восстановление группы  $-NO_2$  в  $-NH-OH$ , затем перегруппировка образовавшегося дигидроксиламинафталина в диаминодиоксиафталин, окисление последнего в диантрахинондиимид, омыление этого динида в нафтодихион и наконец восстановление нафтодихиона в диоксиафтахион

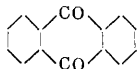


В виду нерастворимости нафтазарина в воде его обработкой бисульфитом натрия переводят, для применения в крашении, в бисульфитное производное



которое при крашении разрушается с регенерацией красителя. Нафтазарин принадлежит к протравным красителям и дает по хромовой протраве глубокие синие, почти черные тона, почему он и называется часто «ализариновым черным S» или «SW». Окраски им отличаются большой прочностью. Глубокий синий цвет окрасок по протраве объясняется образованием внутренней комплексной соли с хромом. Вообще же цветность нафтазарина относят за счет  $CO$ -групп (хромофоров) хинонного ядра и гидроксильных ауксохромов (или, по хиноидной теории, за счет всего хинонного ядра и гидроксидов). Кроме нафтазарина известны: нафтазолин, 1,2,4-триокси-5,8-нафтохион, получаемый окислением нафтазарина, и некоторые производные нафтазарина, замещенные в хинонном ядре остатками фенола или анилина (ализариновый темнозеленый W, ализариновый черный SRA).

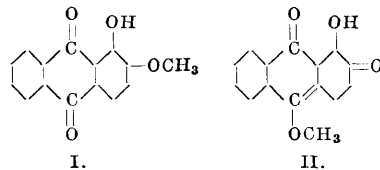
Группа III. Антрахинонные К. в. Эти красители представляют собою производные антрахинона (см.)



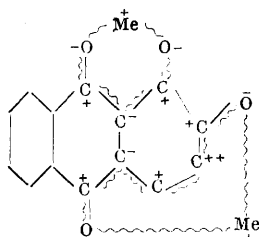
Цветность антрахинонных красителей обуславливается, согласно хромофорной теории, присутствием двух хинонных карбонил- и различными ауксохромными группами:  $-OH$ ,  $-NH-$ ,  $-SR$  и т. д. Но среди кубовых антрахинонных красителей встречаются и такие, которые совсем не имеют витовских ауксохромов, напр. пирантрон, виолантрон и др. Т. о. присутствие ауксохромных групп не является обязательным для красителей, если не принимать за ауксохромы метиновые группы, входящие в состав ароматич. ядер. Кубовые красители, к к-рым принадлежит пирантрон, виолантрон и др., нерастворимы в воде и в строгом смысле слова К. в. не являются, так как они либо совсем не усваиваются волокном, либо не дают того цвета и интенсивности, какие получаются при обычном «кубовом» крашении; настоящими

красителями, непосредственно усваиваемыми волокном, служат здесь лейкосоединения, заключающие обычно группу  $-OH$ . В антрахинонном ряду эти лейкосоединения по цветности часто не только не уступают самим красителям (индантрен), но иногда являются даже глубже окрашенными (желтый флавантрен, имеющий синее лейкосоединение, и другие). Стопки зрения теории хиноидного строения носителем цветности этих К. в. является центральное хинонное кольцо антрахинона.

Интересно отметить явления таутомерии среди антрахинонных красителей. Найдено например, что ализарин при попытке этерифицировать его в щелочном растворе галогидными алкилами дает не ожидаемый эфир (I), а этерифицированное в мезо-положение производное (II)



с правым кольцом, построенным пара-хиноидно (В. Перкин мл.), из чего можно заключить, что и щелочные соли ализарина могут существовать в таутомерной *n*-хиноидной форме. С точки зрения осцилляционной гипотезы цветности такая возможность таутомеризации, обусловленная присутствием ауксохромов, давая начало новым осцилляционным формам, служит причиной значительного углубления цвета по сравнению с самим антрахиноном. По теории Кенига, соли ализарина могут быть изображены следующим образом:



Синтез ализарина по Гребу и Либерману (из антрацена, через  $\beta$ -антрахиносульфокислоту) до настоящего времени является единственным широко применяемым техническим методом получения синтетич. ализарина. В 1874 году Прюдом получил конденсацией аминоклизарина с глицирином весьма ценный краситель—ализариновый синий, положив тем самым начало синтезу ряда сложных циклических производных антрахинона. В 1887 году Бонн и одновременно с ним Шмидт заметили способность ализарина и его производных превращаться при действии окислителей в присутствии катализаторов в различные полиоксипроизводные (см. *Бонна-Шмидта реакция*), что позволило обогатить группу антрахиноновых К. в. весьма ценными протравными красителями. М. А. Ильинский впервые провел сульфирование антрахинона в присутствии солей ртути, получив при этом  $\alpha$ -сульфопроизводные, что позволило получать в большом масштабе целый ряд ценных  $\alpha$ -производных антрахинона. В начале 20 века Бонн получил и первый антрахиноновый кубовый краситель, индантрон, и вслед за ним флавантрон, исключительная ценность которых направила исследовательскую мысль по новому руслу кубовых антрахиноновых красителей. В 1905 году Илером был получен антрафлаван и Шоллем—пирантрон. Год спустя Шолль получил виолантрон, положив этим начало группе ценных бензантроновых красителей. В это же время Ульман ввел в употребление реакцию конденсации аминов с галлодопроизводными в присутствии меди, давшую возможность синтезировать ряд ценных красителей ряда антримидов. В 1909 году Дейнет получил бензоильные производные аминокантрахинонов, оказавшиеся ценными альголевыми (индантроновыми) красителями. За сравнительно короткое время антрахиноновые К. в. заняли одно из важнейших мест среди синтетич. красителей и значение их возрастает из года в год.

По технич. применению антрахиноновые К. в. делятся на два класса: кислотные (г. о. протравные) и кубовые. Первые из них м. б. разбиты на два больших отдела: а) оксиантрахиноновые красители, к-рые могут кроме ОН-групп содержать и замещенные  $\text{NH}_2$ -, SH-группы и т. п., и б) красители, содержащие сульфогруппы как в антрахиноновом ядре, так и вне его. Оксиантрахиноновые красители являются преимущественно протравными и применяются для окраски предварительно протравленных металлич. окислами волокон; сульфоантрахиноновые же красители благодаря наличию в них  $\text{SO}_3\text{H}$ -групп способны непосредственно окрашивать волокно животного происхождения; при этом они зачастую могут давать при последующей обработке солями хромовой кислоты прочные яркие лаки и применяться как хромировочные красители.

Кубовые антрахиноновые красители по их химич. строению м. б. разбиты на два отдела. К первому относятся те красители, в к-рых наиболее сложным циклом является цикл антрацена и к-рые получают конденсацией нескольких антрахиноновых производных между собой или с более простыми соединениями, конденсацией, не сопровождающейся образованием новых колец; наиболее простые красители этого класса—альголевые красители—представляют собою ацильные, преимущественно бензоильные, производные аминокантрахинонов; более сложные—антр-

имиды—содержат по крайней мере 2 антрахиноновых остатка, соединенных в различных положениях имидными группами. Второй отдел кубовых антрахиноновых красителей содержит различные многоядерные циклы как карбоциклического, так и гетероциклического типов, что может служить основой для их классификации. Общая классификация антрахиноновых К. в. в силу изложенного выше является следующей.

### 1. Кислотные красители.

#### А. Оксиантрахиноновые красители.

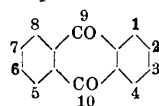
Б. Сульфированные антрахиноновые красители: 1) содержащие сульфогруппу в антрахиноновом ядре, 2) содержащие сульфогруппу вне антрахинонового ядра.

### 2. Кубовые красители.

А. Собственно антрахиноновые красители: 1) ацильные производные аминокантрахинонов, 2) антримидные красители.

Б. Многоядерные красители: 1) содержащие гетероциклич. ядра; 2) содержащие карбоциклич. ядра: пиреновые производные и периленовые производные.

1 А. Кислотные оксиантрахиноновые красители, содержащие ОН-группы, являются протравными красителями в силу наличия в них способной к лакообразованию группировки (правило Либермана и Костанецкого), именно двух ауксохромных групп в *o*-положениях друг к другу и к хромофорному карбонилу. Это правило не является законом, обуславливающим протравные свойства красителей, но в большинстве случаев лишь при выполнении его получаются технически применимые протравные К. в. Некоторые полиоксиантрахиноны, не обладающие подобным расположением оксигрупп, не представляют собою красителей, но являются ценными промежуточными продуктами для синтеза более сложных антрахиноновых красителей. Ниже приведена таблица наиболее важных полиоксиантрахинонов с указанием цвета лаков для тех из них, которые применяются в качестве красителей. Положение оксигрупп указано номерами углеродных атомов, при которых они находятся, причем молекула антрахинона перенумерована обычным образом



Как видно из таблицы, увеличение числа ОН-групп, за исключением производных галловой к-ты (антрагаллол и руфигаллол), вызывает углубление цвета лаков красителей. Все полиоксиантрахиноны способны давать с к-тами эфиры, из к-рых борнокислые эфиры обладают характерным для каждого полиоксиантрахинона цветом и спектром поглощения, чем и пользуются при контроле производства, чаще всего при проведении *Бонна-Шмидта реакции* (см.), для суждения о ходе реакции. Общие методы получения полиоксиантрахинонов м. б. разбиты следующим образом.

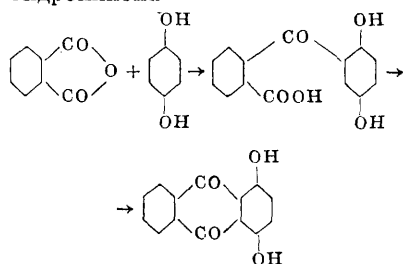
1) Щелочное плавление сульфокислот антрахинона или омыление его галлодопроизводных. Щелочное плавление сульфокислот часто сопровождается и окислительным

## Полиоксиантрахиноны.

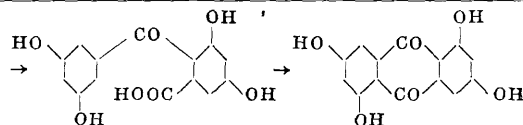
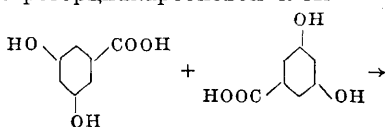
Рациональное наименование	Эмпирическое наименование (торг. марка)	Цвет лака с		
		Cr	Fe	Al
1, 2-диоксиантрахинон	Ализарин	Оливково-коричневый	Фиолетовый	Красный
1, 4- »	Хинизарин	—	—	—
1, 5- »	Антрауфин	—	—	—
1, 8- »	Хризаин	—	—	—
1, 2, 3-триоксиантрахинон	Антрагаллол	Желто-коричн.	—	Желтый
1, 2, 4- »	Пурпурин	Красно-коричн.	—	Алый
1, 2, 5- »	Яркий ализарин-бордо R	Сине-фиолетов.	—	Сине-красный
1, 2, 6- »	Флавопурпурин	—	—	Желтовато-красный
1, 2, 7- »	Антрапурпурин	—	—	Желтовато-красный
1, 2, 5, 8-тетраоксиантрахинон	Хинализарин	Сине-фиолетов.	—	Синеватый бордо
1, 3, 5, 7- »	Антрахризон	—	—	—
1, 2, 3, 5, 8-пентаоксиантрахинон	Ализарин-цианин 2R	Фиолетовый	—	Красновато-фиолетовый
1, 2, 3, 5, 6, 7-гексаоксиантрахинон	Руфигаллол	Коричневый	—	Коричневато-желтый
1, 2, 4, 5, 6, 8- »	Ализарин-цианин WRR	Синий	—	Фиолетовый
1, 2, 4, 5, 7, 8- »	Ализарин-цианин R	Синий	—	Фиолетовый

образованием гидроксильн. группы в *o*-положении к вступающей в реакцию сульфогруппе; в тех случаях когда необходимо избежать этого, плавление производят не с едкими щелочами, а с гидратами окисей щелочноземельных металлов, чаще всего с известью. Примером может служить получение *ализарина* (см.) из солей  $\beta$ -антрахиноссульфокислоты при сплавлении ее с щелочами или с известью.

2) Конденсация производных фталевого ангидрида с оксипроизводными бензола и замыкание антрахинонного цикла в получившемся при этом оксипроизводном бензоилбензойной к-ты. Этот способ наиболее часто применяется при получении оксиантрахинонов с OH-группами лишь при одном бензольном ядре антрахинонного цикла. Примером подобной конденсации может служить получение хинизарина из фталевого ангидрида и гидрохинона



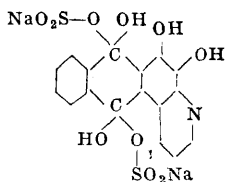
3) Конденсация двух молекул производного оксибензойной к-ты, приводящая вначале также к оксибензоилбензойной к-те. В отличие от предыдущего, при этом методе OH-группы могут находиться и при обоих бензольных ядрах антрахинонного цикла. Примером подобной конденсации может служить получение антрахризона из двух молекул резорцинкарбоновой к-ты



4) Окисление антрахинона и его производных по реакции Бонна-Шмидта. Окисление м. б. проведено либо действием  $MnO_2$  в сернокислой среде либо о серным ангидридом или  $S_2O_3$  в серной к-те в присутствии борной к-ты, азотистой кислоты, серы, селена, брома и т. д. В зависимости от катализаторов, от длительности реакции и температуры ее, при окислении могут получаться различные полиоксипроизводные, причем ход реакции может контролироваться спектральным исследованием борнокислых эфиров продуктов окисления.

А л и з а р и н — один из наиболее важных синтетич. красителей, вполне идентичный с естественным ализарином из крапа, корня марены *Rubia tinctoria* (см. выше, К. в. е с т е с т в е н н ы е); получается он щелочным плавлением  $\beta$ -антрахиноссульфокислоты, приготовляемой сульфированием антрахинона (о производстве — см. *Ализарин*). Плавлением технически чистой  $\beta$ -антрахиноссульфокислоты получают чистый ализарин (синеватый), дающий синеваато-пунцовые окраски по алюминиевой протраве. При плавлении в тех же условиях 2, 7-дисульфокислоты антрахинона получается а н т р а п у р п у р и н, дающий по алюминиевой протраве более желтоватые оттенки красного цвета. Желтые оттенки дает ф л а в о п у р п у р и н, получаемый при щелочном плавлении 2, 6-дисульфокислот антрахинона. Смесь всех трех сульфокислот в различных соотношениях дает ализарин различных марок. А н т р а р у ф и н и х р и з а и н служат промежуточными продуктами для получения а л и з а р и н а с а ф и р о л а; получают их при сплавлении с  $Ca(OH)_2$  соответствующих дисульфокислот антрахинона; они не обладают красящими свойствами. Х и н и з а р и н, ценный промежуточный продукт для синтеза ряда антрахинонных красителей; он обла-

дает весьма слабыми красящими свойствами и получается либо окислением антрахинона по реакции Бонна-Шмидта, либо конденсацией фталевого ангидрида с *n*-хлорфенолом или гидрохиноном в присутствии серной кислоты, причем одновременно с замыканием антрахионного кольца происходит и гидролиз с отщеплением хлора. П у р п у р и н получается при окислении по Бонну-Шмидту ализарина или, лучше, хинизарина; мало применим в качестве красителя, служит промежуточным продуктом для получения ализарина сине-черного; сопутствует ализарину в крапе. А н т р а г а л л о л получается при конденсации бензойной кислоты с галловой или фталевого ангидрида с пирогаллолом в присутствии серной к-ты. Антрагаллолу может сопутствовать р у ф и г а л л о л, образующийся при конденсации двух молекул галловой к-ты. Х и н а л и з а р и н, выпускаемый в продажу под названием «ализарин-бордо В», содержит ализариновую группировку при одном бензольном ядре и хинизариновую при другом; получается окислением по Бонну-Шмидту ализарина или хинизарина. А н т р а х р и з о н, промежуточный продукт для ряда ализариновых (антрахризоновых) красителей; получается конденсацией двух молекул резорцинкарбонной к-ты в присутствии серной к-ты и не обладает красящими свойствами. А л и з а р и н - ц и а н и различных марок, смесь пента- и гексаоксиантрахионов, получается по Бонну-Шмидту при действии дымящей серной к-ты на ализарин, хинизарин, ализарин-бордо в присутствии катализаторов ( $H_3BO_3$ , Se, Br, S,  $HNO_2$ ); в зависимости от темп-ры, концентрации олеума, катализатора и длительности процесса получают преимущественно либо пента- либо гексаоксиантрахионы. Иногда в реакцию Бонна-Шмидта вводят вместо оксипроизводных антрахинона смесь 1, 5- и 1, 8-динитроантрахионов, получая при этом ализарин-цианин WRR; при этом нитрогруппы служат одновременно и катализаторами и окислителями. К группе оксиантрахионов принадлежат также и нитро-, amino- и сульфгидрильные производные антрахинона, как напр.: а л и з а р и н о р а н ж е в ы й, или 3-нитроализарин, получаемый при нитровании ализарина в ледяной уксусной или в серной кислоте в присутствии борной к-ты, а л и з а р и н - ц и а н и н G, или 1, 2, 4-триокси-5, 8-диаминоантрахион, получаемый при действии 20%-ного раствора аммиака на 1, 2, 4, 5, 8-пентаоксиантрахион, и а л и з а р и н м а р о н, 3-амино-1, 2, 4-триоксиантрахион, получаемый при нитровании ализарина в серной к-те и восстановлении полученного при этом 3-нитро-1, 2, 4-триоксиантрахиона. Генетически близко связаны с оксиантрахионными красителями и красители типа а л и з а р и н о в о г о с и н е г о, содержащие кроме антрахионного ядра также и пиридиновое; эти красители получают из соответствующих аминоксиантрахионов при действии глицерина в присутствии окислителя и серной кислоты по реакции Скраупа. В продажу значительно чаще поступает бисульфитное производное а л и з а р и н о в о г о с и н е г о S,  $C_{17}H_{11}NO_{10}S_2Na_2$



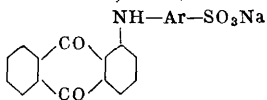
к-рое весьма удобно для крашения в силу его растворимости в воде. При нагревании выше  $60^\circ$  бисульфитное производное разлагается и на волокните фиксируется яркий и прочный лак красителя с протравой. Бисульфитные производные в силу этого весьма часто применяются и для иных красителей (напр. церулеиновых и галловых), когда сам краситель плохо растворим в воде.

1 Б. Сульфированные антрахион. красители содержат сульфогруппу, прочно связанную с ядром красителя и остающуюся в молекуле красителя после окраски ткани. Наличие сульфогруппы, повышая кислые свойства красителя, позволяет применять его в качестве собственно кислотного красителя или в качестве хромировочного, если в нем имеются способные к лакообразованию группировки. По способам получения эта группа красителей может быть разбита на два отдела.

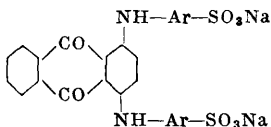
1) Антрахионные красители, содержащие сульфогруппу в антрахионном ядре. Простейшим представителем этих красителей является а л и з а р и н о в ы й к р а с н ы й S, или 3-сульфоализарин, получаемый сульфированием ализарина дымящей серной кислотой при повышенной темп-ре. Аналогичное сульфирование в присутствии ртути. солей ведет к образованию  $\alpha$ -сульфопроизводных ализарина с сульфогруппой в положении 5 или 8, открытых М. А. Ильинским и выпущенных в продажу ф-кой Ведекинда под названием э р в е к о - к и с л о т н ы й а л и з а р и н о в ы й к р а с н ы й; полиоксиантрахионы, как и диоксиантрахионы, могут давать сульфопроизводные; наибольшее значение имеют аминоксульфопроизводные антрахризона. Кислотный ализариновый синий GR, 4, 8-диамино-2, 6-дисульфокислота антрахризона, получается сульфированием и нитрованием последнего и восстановлением динитропродукта хлористым оловом в кислой среде. При восстановлении динитропродукта сернистыми щелочами получается кислотный ализариновый зеленый G, отличающийся от предыдущего наличием двух сульфгидрильных групп вместо двух амидных. Оба эти красящие вещества являются ценными хромировочн. красителями. Если в приведенных выше случаях вместо антрахризона подвергнуть антрапуфин сульфированию, нитрованию и дальнейшей обработке, то получают а л и з а р и н - с а ф и р о л, 1, 5-диокси-4, 8-диамино-2, 6-дисульфокислота антрахинона, и а л и з а р и н - э м е р а л ь д о л, 1, 5-диокси-4, 8-дисульфгидро-2, 6-дисульфокислота антрахинона, — также ценные и широко применяемые кислотные и хромировочные красители.

2) Большое технич. значение имеют антрахионные красители, содержащие сульфогруппу в боковой ветви. Общий метод их

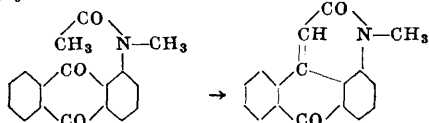
получения состоит в конденсации аминопроизводных или оксипроизводных антрахинона с аминами бензольного ряда, анилином, толуидином и др.; в последние сульфогруппа может быть введена сульфированием, производимым либо до конденсации либо после нее. Эти красители в зависимости от числа сульфированных ариламидных групп бывают производными моносульфоаноариламиноантрахинонов или дисульфодиаариламиноантрахинонов; общий скелет первых



и вторых



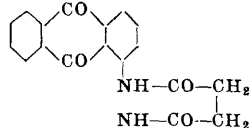
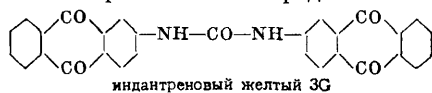
причем могут варьировать как положения сульфированных ариламидных групп, так и различные радикалы и ауксохромы в антрахинонном ядре и в боковой цепи, что вызывает значительное многообразие этих красителей. Из отдельных представителей следует отметить ализарин и тризол, моносульфоокислоту 1-*n*-толиламино-4-оксиантрахинона, получаемый при сульфировании продукта конденсации хинизарина с одной молекулой *n*-толуидина. В случае избытка *n*-толуидина и вторая OH-группа хинизарина замещается остатком *n*-толуидина и после сульфирования обоих толуидиновых остатков получается ценный ализарин — зеленый G. При замене хинизарина хинализарином и обработке последнего двумя молекулами *n*-толуидина, при последующем сульфировании получается ализарин-виридин — протравной и хромировочный краситель. Пурпурин при аналогичной обработке переходит в ализарин — сине-черный. Несколько особняком стоит ализарин-рубинол, в котором кроме обычной для этого отдела красителей сульфированной ариламидной группы имеется и пиридиновое кольцо, метилированное при азоте, полученное замыканием из ацетилмонометиламиноантрахинона по следующей схеме



2 А. Кубовые антрахинонные красители обладают повышенной прочностью к свету, мылу и другим воздействиям; большинство этих красителей получили общее название индантреновых К. в. (см. *Индантрен*). По методам получения и свойствам антрахинонные кубовые красители делятся на следующие группы.

1) Ациламиноантрахинонные красители, называемые также альголевыми и красителями, представляют преимущественно бензоильные производные различных аминантрахинонов и получаются при конденсации хлористого бензоила с аминантрахино-

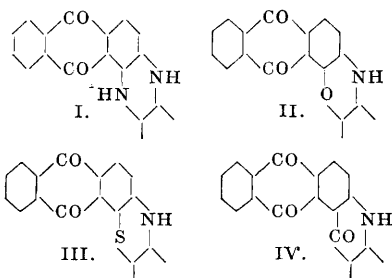
ном в нитробензольной среде. Хлористый бензоил м. б. заменен бензойной и другими ароматич. *k*-тами — салициловой, *n*-метоксибензойной и др. Простейший представитель этой группы — индантреновый желтый WG, 1-бензоиламиноантрахинон. Большое значение имеют полибензоиламиноантрахиноны: индантреновый красный 5GK — 1,4-дibenзоилдиаминоантрахинон; индантреновый желтый GK — 1,5-дibenзоилдиаминоантрахинон, и ряд их окси- и метоксипроизводных. Из трибензоилтриаминоантрахинонов следует отметить индантреновый оранжевый RKK, содержащий эти три группы в положениях 1, 2, 4. Ко второй группе относятся антрахинонные кубовые красители, содержащие антрахинонные ядра, соединенные имидными группами, — т. н. антримидные красители. Получаются они гл. обр. конденсацией аминантрахинонов с галоидоантрахинонами в присутствии каталитически действующей мелкоизмельченной меди (или полухлористой меди) в нитробензольной или нафталиновой среде. Среднее положение между первой и второй группами занимают красители, в которых антрахинонные ядра соединены не имидной группой, а карбамидным или имидоантарным остатками; их получают аналогично альголевым красителям конденсацией двух молекул аминантрахинона с одной молекулой фосгена или янтарной кислоты; сюда относятся индантреновый желтый 3G, 2, 2'-диантрахинонилмочевина, получаемый при конденсации двух молекул β-аминоантрахинона с мочевиной или фосгеном в нитробензольной среде, и альголевыи желтый 3G, 1,1'-сукцинилдиаминоантрахинон, получаемый при конденсации двух молекул α-аминоантрахинона с одной молекулой янтарной кислоты в нитробензольной среде



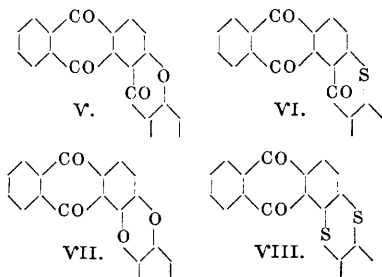
2) У антримидных красителей простейшим представителем является индантреновый оранжевый 6RTK, 1,2'-диантрахинониламидин, получаемый при конденсации β-хлорантрахинона с α-аминоантрахиноном. Увеличение числа антримидных групп вызывает углубление цвета этих красителей. Так, 2,6-ди-α-антрахинонилдиаминоантрахинон, полученный при конденсации 2,6-дихлорантрахинона с α-аминоантрахиноном, представляет собою индантреновый красный G; его 2,7-изомер — индантреновый красный R. При введении в эти красители галоидных или метоксильных групп получаются красители

еще более глубокого цвета бордо. Триантрахинониламиновые остатки в двух  $\alpha$ -положениях одного и того же антрахинонного кольца, точно так же являются красителями. Таков индантрен бордо, или 1,5-ди- $\beta$ -антрахинонилдиаминоантрахинон, получаемый при конденсации 1,5-диаминоантрахинона с двумя молекулами хлорантрахинона. Весьма интересен факт, что только те антрахинониды являются кубовыми, в которых имидная группа соединена с антрахинонными ядрами в  $\alpha$ -положении с одним и в  $\beta$ -положении с другим. Так, 1,1'-диантрахинониламины и 1,5-ди- $\alpha$ -антрахинонилдиаминоантрахинон являются окрашенными веществами, но не имеют характера кубовых К. в. Весьма важно и то обстоятельство, что конденсация идет значительно лучше при  $\alpha$ -положении амидных групп и при  $\beta$ -положении галоидн. групп, а не наоборот.

Арильные остатки в аминокантрахиноновых производных могут быть также фенильными, толильными и нафтильными. Непосредственно подобн. тела не являются ценными К. в.; но если в арильных остатках в  $o$ -положении к имидной группе имеются группы, способные к замыканию новых циклов, то такие вещества являются уже ценными кубовыми красителями. Так, наличие группы  $\text{NH}_2$  может привести к дигидроазининовому производному (I),  $\text{OH}$ —к оксазиновому (II),  $\text{SH}$ —к тиазининовому (III) и  $\text{COOH}$ —к акридоновому (IV)



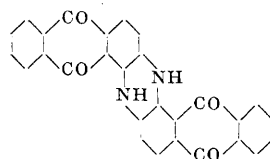
При этом в зависимости от нахождения основной имидной группы в  $\alpha$ - либо в  $\beta$ -положении м. б. получены различные изомеры. Если имидную группу заменить кислородом или серой, то аналогично м. б. получены ксантоны (V), тиоксантоны (VI), диоксаны (VII) и дитианы (VIII)



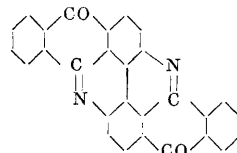
точно так же с возможными изомерами. Остаток, соединенный с гетероциклом, м. б. фениленовым, нафтиленовым и антрахинониленовым. Общий метод получения этих красителей может заключаться в конденсации

по Ульману галоидоантрахинона с производным амина, фенола или тиофенола и в последующем окислительно, водоотнимающим или кислототнимающим замыканием гетероцикла. Для нек-рых отдельных представителей существуют и индивидуальные методы синтеза.

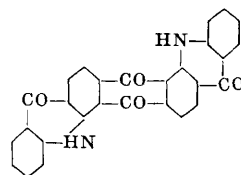
2 Б. Многоядерные красители. 1) К содержащим гетероциклические ядра в первую очередь относится ценнейший индантреновый синий, который кроме получения из двух молекул аминокантрахинона, что представляет только теоретич. интерес, получается также и непосредственным плавлением  $\beta$ -аминоантрахинона со щелочью. Известен ряд его метильных, окси- и галоидных производных, обладающих несколько измененными оттенками и повышенной прочностью к хлору. Индантрен синий является дигидро (диантрахинонилен)-азином строения



и относится к производным 1 типа. При более повышенной  $t^\circ$  ( $310^\circ$ ) щелочного плавления  $\beta$ -аминоантрахинона получается желтый кубовый краситель индантреновый желтый G, или флавантрон, следующего строения

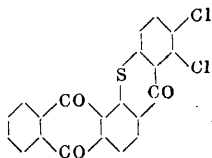


в молекуле к-рого вместо азинового кольца присутствуют два соединенных акридиновых цикла. Красители II и III типа, обладающие оксазиновой или тиазининовой группировкой, не получили широкого применения и представляют в настоящее время лишь теоретич. интерес. Производные IV типа, акридоны, получили широкое технич. распространение. Простейший из них получается при конденсации  $\alpha$ -хлорантрахинона с антрахиноновой кислотой по Ульману с последующим замыканием акридонового цикла при действии конц. серной к-ты. Аналогичная конденсация  $\beta$ -аминоантрахинона с  $o$ -хлорбензойной к-той ведет к образованию изомерного акридона. Большую ценность представляют диакридоны, получаемые конденсацией дихлорантрахинонов с антрахиноновой кислотой, например индантрен фиолетовый RN, имеющий строение

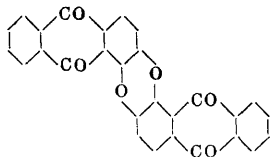


и получаемый из 1, 5-дихлорантрахинона.

Производные V типа, ксантоны, пока не имеют широкого применения. Более применимы некоторые тioxсантоны (VI), например индантрон золотисто-оранжевый

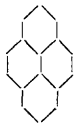


получаемый конденсацией 1-хлор-2-карбонной кислоты антрахинона с дихлортиофенолом по Ульману и последующим замыканием тioxсантонового кольца действием конц. серной кислоты. Из производных последних двух типов (VII и VIII) некоторое применение имеет эрвеко желтый, диоксан, следующего строения

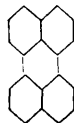


получаемый конденсацией двух молекул 1-хлор-2-оксиантрахинона.

2) Весьма большие успехи достигнуты в области антрахиноновых сложных карбоциклических красителей. По строению они отличаются наличием двух сложных циклов—пиренового и периленового следующего строения



перилен

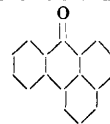


перилен

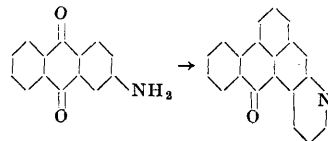
из которых большее значение имеет последний. Пирантрон, выпускаемый в продажу под названием индантрена золотисто-оранжевого G, имеет следующее строение и содержит пиреновое кольцо (в фле заштрихованное). Получается он конденсацией в нитробензольной среде, в присутствии порошка меди, двух молекул 1-хлор-2-метилантрахинона в 2,2'-диметил-1,1'-диантрахинонил и последующим выделением двух молекул воды с замыканием двух новых ядер, что достигается либо нагреванием до 300—350° либо сплавлением со щелочью. Тот же пирантрон м. б. синтезирован обычным для сложных карбоциклич. соединений методом: получением бензоильных производных и обработкой последних безводным  $AlCl_3$ . Так, дибензоилпирен дает при действии  $AlCl_3$  пирантрон.

Красители, содержащие периленовое ядро, приобретают в последнее время все большее значение. Они могут быть получены либо замыканием бензоильных (лучше—галоидо-бензоильных) производных перилена при действии безводного  $AlCl_3$  либо щелочным плавлением бензантрона и его

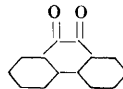
производных. Бензантрон,  $C_{17}H_{10}O$



получается при конденсации антрахинона или продуктов его восстановления с глицерином в присутствии серной к-ты или  $ZnCl_2$ . При щелочном плавлении бензантрон дает виолантрон (I), выпускаемый в продажу под названием индантрон темносиний BO, а хлорбензантрон переходит в изовиолантрон (II), выпускаемый под названием индантрон фиолетовый R. Как виолантрон, так и изовиолантрон содержат периленовые ядра (заштрихованные на схеме) и получают конденсацией двух молекул бензантрона. Различия строения виолантрона и изовиолантрона доказано их синтезом из двух различных дибромдифенилпериленов. Аналогично виолантрон получается цианантрон O, или индантрон темносиний BT, если вместо бензантрона взять его хинолиновое производное, получаемое, как и бензантрон, но из  $\beta$ -аминоантрахинона



Следует отметить, что весьма близкий по конфигурации фенантренхинон

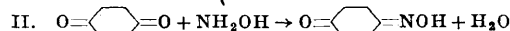
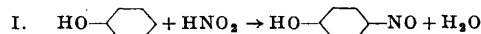


не нашел еще применения в синтезе красителей, несмотря на то, что запасы фенантрена в каменноугольной смоле весьма велики. Нахождение путей его технич. использования в области К. в.—одна из наиболее важных современных проблем.

#### Класс II. Хинооксимные красители.

К ним относятся нитрозо- и нитрокрасители, к-рые можно рассматривать как оксимы хинонов.

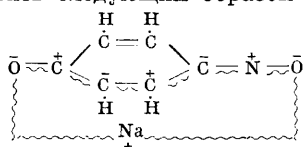
1. Нитрозофенол м. б. получен как при непосредственном нитрозировании фенола, так и при действии гидросиламина на бензохинон, по схемам



Т. о. нитрозокрасители представляют собою таутомерные соединения и по хиноидной классификации зачисляются в класс хинооксимов. По хромофорной теории Витта цветность их объясняется: в нитрозо-форме—хромофором  $-N=O$  и ауксохромными группами  $-OH$  или  $-NR-$ , а в хинооксимной форме—хромофорами  $>C=O$  и  $>C=N-R$



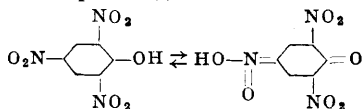
и ауоксохромами, примыкающими к азоту или находящимися кроме того в ядре. По Кенигу, натриевую соль нитрозофенола можно представить следующим образом



Из нитрозосоединений только те являются красителями, в которых в *o*-положении к оксимной (=NOH) группе находится OH-группа, обуславливающая, по Либерману и Костанецкому, протравные свойства красителя. Впрочем и нитрозамины представляют собою основные красители, но весьма малопрочные и практически непригодные.

Из отдельных представителей нитрозокрасителей следует отметить следующие: эльзасский зеленый, 2,4-динитрозо-1,3-резорцин, получается при действии двух молекул азотистой к-ты на Na-резорцинат и дает с железными протравами зеленые, прочные к свету лаки; хромовый лак коричневого цвета мало прочен. Применяются в печати также лаки по медной, никелевой и кобальтовой протраве. Виридон, или прочный зеленый,  $\alpha$ -нитрозо- $\beta$ -нафтол, получается при действии азотистой к-ты на  $\beta$ -нафтолят и применяется для печати по железной протраве (дает прочные к свету лаки зеленого цвета) и как реактив в аналитической химии. В продажу выпускается обычно в виде бисульфитного производного. Кроме того  $\alpha$ -нитрозо- $\beta$ -нафтол служит промежуточным продуктом для синтеза 1-амино-2-нафтол-4-сульфонокислоты нафталина и ряда оксазиновых красителей. Нафтоловый зеленый В, 6-сульфонокислота предыдущего, получается при нитрозировании к-ты Шеффера; находит незначительное применение при крашении шерсти в зеленый цвет в виде готового железного лака.

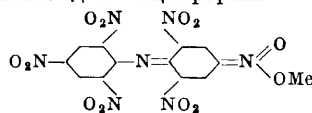
К хиноноксимным красителям с некой натяжкой м. б. отнесены и нитрофенолы, к-рые, по Гантчу, могут существовать в ациформе хиноидного строения. В этой форме нитрогруппу можно представить себе как «окисленную» хиноноксимную группу с пентавалентным азотом, две добавочные валентности к-рого связаны со вторым атомом кислорода. Так, пикриновая кислота (см. ниже) м. б. представлена в виде следующего хиноноксимного производного



Все нитрокрасители представляют собою кислотные красители и являются в то же время взрывчатыми веществами значительной силы. Технически как нитро-, так и нитрозокрасители получают непосредственным введением  $\text{NO}_2$ - и  $\text{NO}$ -групп по обычным методам.

2. Из отдельных нитрокрасителей следует отметить следующие. Пикриновая кислота (см.), 2,4,6-тринитрофенол, применяется для крашения шерсти и особенно шел-

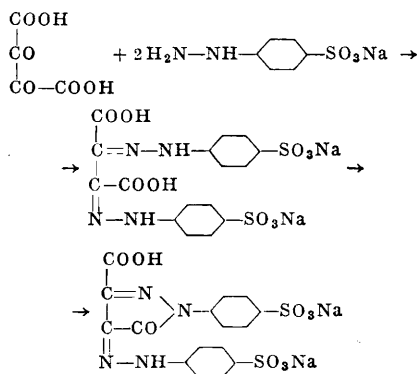
ка. Манчестерский, или Марциуса, желтый, динитро- $\alpha$ -нафтол, применяется для окраски в желтый цвет шелка, мыла, жиров и пищевых продуктов. Нафтоловый желтый S, 7-сульфо-2,4-динитро- $\alpha$ -нафтол, — сульфокислота предыдущего; получается сульфированием  $\alpha$ -нафтола и действием азотной к-ты на смесь его 2,4- и 2,7-дисульфо- и 2,4,7-трисульфонокислот и применяется в виде калиевой соли для окраски в желтый цвет шерсти, шелка и пищевых продуктов. Ауранция, гексаниротрифениламин, применяется для окраски шерсти и шелка в незначительных размерах вследствие ядовитости и непрочности; находит применение в фотографии и как взрывчатое вещество. Кислотные свойства ауранции объясняются наличием шести нитрогрупп, лишавших NH-группу основных свойств и придающих ей даже кислый характер, или же принятием для этого соединения таутомерной хиноидной ациформы



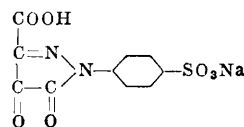
### Класс III. Хинон- и полухинонгидазонные красители.

К этому классу причисляются: 1) гидразонпиразолоновые красители, 2) азокрасители и 3) стильбеновые красители.

1. Первым представителем гидразонпиразолоновых красителей был тартразин, получаемый действием фенолгидразин-*n*-сульфонокислоты на диоксивинную к-ту с образованием дигидразона последней и последующим замыканием пиразолонового кольца по схеме

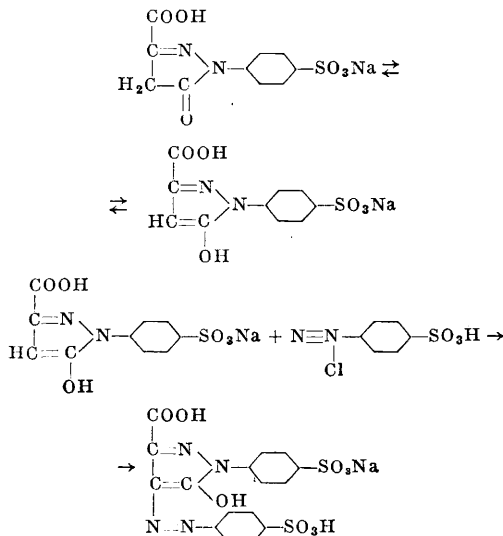


По этому способу получения тартразин является сульфокислотой фенолгидразона сульфопенилкетопиразолонкарбоновой кислоты

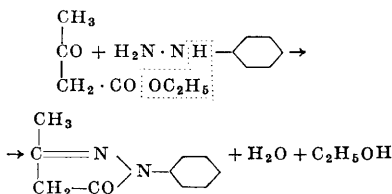


которая (в пиразолоновом кольце) заключает  $\alpha$ -дикетонную группировку, свойственную также *o*-хинонам. Т. о. тартразин следует считать полухинонгидазонным красителем. Но тот же тартразин м. б. получен сочетанием диазобензол-*n*-сульфонокислоты с сульфопенилпиразолонкарбоновой кислотой, тауто-

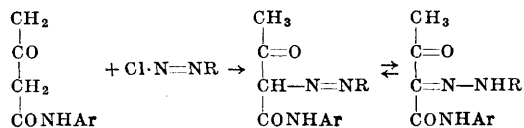
мерным соединением, существующим в кетонной и энольной формах



На основании этого способа получения тартразин приходится считать азокрасителем. Возможно, что именно в таутомерии тартразина лежит причина его цветности. Тартразин—желтый краситель, отличающийся своим чистым тоном и дающий красивые прочие окраски, особенно по шелку. Кроме тартразина в настоящее время известно довольно большое число пиразолоновых азокрасителей, получаемых б. ч. сочетанием диазосоединений с пиразолоновыми производными, например с фенилметилпиразолоном, получающимся в свою очередь действием фенилгидразина на ацетоуксусный эфир с отщеплением спирта

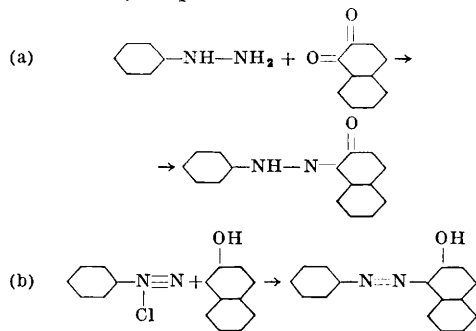


Также и арилыды самого ацетоуксусного эфира служат азокмponentами (см. ниже) при сочетании с диазосоединениями



2. Второй группой красителей, причисляемых к хинонгидазонному классу, являются азокрасители. Общий способ получения их—сочетание ароматич. диазосоединений с какими-либо азокмponentами, т. е. аминами или фенолами бензольного или нафталинового ряда. В нек-рых случаях идентичные с азокрасителями соединения получают действием фенилгидразина или его производных на хиноны. Так, бензол-азо- $\beta$ -нафтол м. б. получен либо (а) конденсацией фенилгидразина с  $\beta$ -нафтохино-

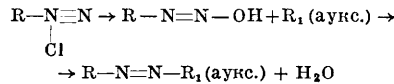
ном либо (б) сочетанием диазониевой соли бензола с  $\beta$ -нафтолом, по схемам



Возможно, что в молекулах азокрасителей, как и в пиразолоновых, имеется равновесие между азоформой (б) и гидразонной формой (а). Второй способ получения (б) является наиболее доступным технически, в силу чего лишь им и пользуются при синтезе азокрасителей в фабричном масштабе.

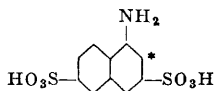
Первые азокрасители были получены П. Гриссом, открывшим реакцию диазотирования. Каро, Витт и Ненцкинг подметили в образовании их ряд закономерностей, что позволило произвести синтез значительного числа этих К. в. Техническая несложность получения и возможность из сравнительно небольшого числа аминов, фенолов, их сульфопроизводных и карбоновых кислот синтезировать весьма многочисленные разнообразные по свойствам и оттенкам азокрасители поставили эти последние на одно из первых мест среди К. в. Наблюдавшаяся вначале непрочность азокрасителей к мылу, свету и т. п. препятствовала конкуренции их с более прочными кубовыми и сернистыми красителями; тем не менее позднейшие исследования указали пути синтеза светопрочных азокрасителей и тем самым окончательно укрепили их значение.

Промежуточными продуктами для синтеза азокрасителей служат различные амины, являющиеся диазокмponentом азокрасителя, и различные производные аминов и фенолов, являющиеся его азокмponentом. Первые подвергаются реакции диазотирования (см. *Диазосоединения*); получившаяся диазониевая соль вводится в реакцию сочетания с азосоставляющей, причем эта реакция в зависимости от свойств взятых веществ может вестись либо в слабощелочной, либо в уксуснокислой, либо в нейтральной, либо в слабощелочной среде. При этом диазониевая соль переходит сначала в синдиазосоединение, а последнее сочетается с азосоставляющей по след. схеме

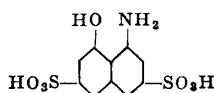


Достигается это либо прибавлением уксуснокислого натрия к раствору диазониевой соли либо вливанием диазониевой соли в щелочной раствор азосоставляющей, причем концентрация к-ты и щелочи варьирует в зависимости от взятых исходных продуктов. В азосоставляющих сочетание происходит преимущественно в  $n$ -положении к ауksохрому и — лишь в том случае, когда последнее замещено каким-либо радикалом, — в  $o$ -положении к ауksохрому. В нафталиновых производных сочетание происходит в положении 4—при нахождении ауksохрома в положении 1 (или  $\alpha$ ), и в положении 1—при наличии ауksохрома в положении 2 (или  $\beta$ ). Но если в  $\alpha$ -производных нафталина поло-

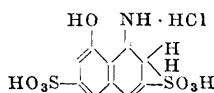
жение 3 занято сульфогруппой, то азосочетание идет в положении 2, а не 4, т. к. последнему препятствует сульфогруппа (положения 2 и 3 в нафталиновом ядре не являются о-положениями в отличие от положений 3 и 4). Так, к-та Фрейнда, 1, 3, 6-нафтиламиндисульфокислота



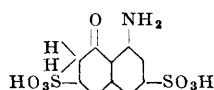
вступает в реакцию азосочетания своим положением 2 (отмеченным звездочкой), а не 4. Кроме того и среда, в к-рой ведется сочетание, играет существенную роль. Так, если азосоставляющей является какое-либо производное аминафтаола, то ориентирующим началом в кислой среде является аминогруппа, а в щелочной — оксигруппа. Так, Н-кислота



1,8-аминонафтол-3,6-дисульфокислота, вступает в азосочетание в кислой среде в о-положении к  $\text{NH}_2$ -группе, а в щелочной среде — в о-положении к  $\text{OH}$ -группе. Очевидной причиной этого является то обстоятельство, что все азосоставляющие реагируют в хинольной форме и в приведенном выше примере к хинольной перегруппировке способно в кислой среде правое нафталиновое ядро

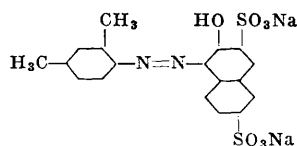


а в щелочной среде — левое

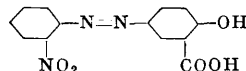


реагируя как кетознольный таутомер.

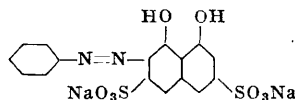
По своему технич. применению азокрасители относятся в зависимости от наличия в них тех или иных групп к кислотным, основным и солевым красителям. Так, все азокрасители, содержащие сульфогруппы, являются кислотными и способны окрашивать животное волокно, вступая в химич. взаимодействие с последним. Если в азокрасителе имеется способная к лакообразованию группировка (правило Либермана и Костанецкого), то эти красители могут служить протравными. К последним относятся и метакромовые красители, к-рые содержат часто в виде диазокомпонента пикраминовою кислоту; неолановые красители, к-рые содержат уже в самом красителе металл, служащий для образования лаков, и эриохромовые красители, производные преимущественно 1-амино-2-нафтол-4-сульфокислоты. Наличие в числе азокомпонентов легко окисляющихся аминов и оксинафталинов придает этим красителям свойства хромировочных. Примерами всех трех типов могут служить следующие красители: п у н ц о в ы й 2R (кислотный краситель)



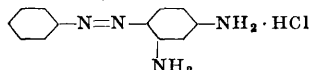
ализариновый желтый G (протравной краситель)



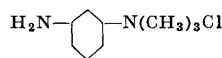
хромотроп 10 В (хромировочный краситель)



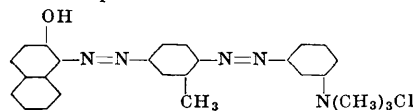
Азокрасители, содержащие амидные группы и лишённые кислых групп, обладают в большинстве основными свойствами и поступают в продажу в виде солей с минеральными (преимущественно соляной) к-тами, как напр. х р и з о и д и н (основной краситель)



Ряд красителей, преимущественно производных солянокислого м-аминофенилтриметиламмония



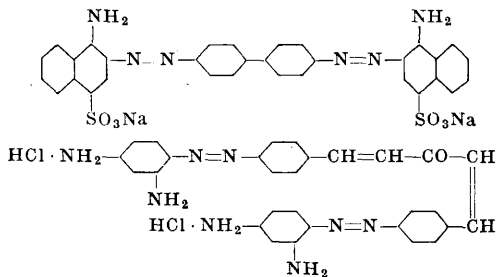
обладают одновременно субстантивными и основными свойствами, служат для окраски смешанных товаров и называются я н у с о в ы м и к р а с и т е л я м и, как напр. я н у с о в ы й к р а с н ы й В



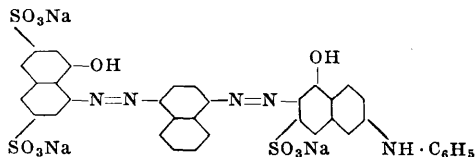
Те же янусовые красители получаются при сочетании диазосафранина с диметиланилином. Соляные, или субстантивные, свойства азокрасителей зависят от общего строения их молекулы. Для придания азокрасителям субстантивных свойств необходимо соблюсти одно из следующих трех условий. Центральная диазосоставляющая азокрасителя должна представлять собою симметричный диамин, напр. бензидин, *m*-фенилендиамин, толидин, дианизидин, диаминостильбен или их производные. Кроме подобных оснований могут применяться и сложные симметричные продукты конденсации фосгена с диаминами и дихлоргетероциклов с диаминами, точно также придающие красителям субстантивные свойства. Подобные азокрасители, независимо от конечных азокомпонентов, обладают субстантивными свойствами. Если центральный азокомпонент представляет собою сложное полиметиновое производное (исследования Рупе и Порай-Кошница), то краситель точно также, независимо от конечного компонента, имеет субстантивные свойства. В сложн. полиазокрасителях наличие в виде конечного компонента I-кислоты или  $\gamma$ -кислоты также придает азокрасителям субстантивные свойства. Все три типа субстан-

тивных красителей могут быть иллюстрированы следующими примерами:

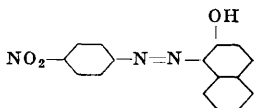
конго красный



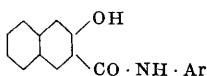
яркий прочный синий В



К азокрасителям относится и целый ряд нерастворимых красителей, получаемых из составных частей непосредственно на волокне и называемых ледяными, т. к. получение их часто требует охлаждения льдом. Простейшим представителем их является п а р а - к р а с н ы й, получаемый на волокне купелированием диазотированного *n*-нитранилина с  $\beta$ -нафтолом



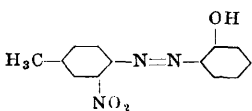
Ткань пропитывают раствором  $\beta$ -нафтолята натрия и после сушки проводят на холоду через раствор диазотированного *n*-нитранилина. Если вместо последнего взять  $\alpha$ -нафтиламин, то получается окраска цвета бордо, или «кардинал»; с бензидином получается коричневый цвет, с дианзидином — фиолетовосиний и т. д. Хороший коричневый цвет получается, если вместо  $\beta$ -нафтола взять хризидин и сочетать его на волокне с *n*-нитродиазобензолом. Число ледяных красителей сильно возросло с введением в качестве азокомпонентов т. н. нафтолов AS, к-рые являются ариламидами 2,3-оксинафтольной к-ты



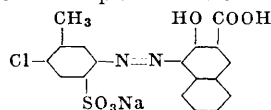
и ряда оснований к ним, дающих при различных сочетаниях значительное разнообразие очень прочных и красивых оттенков (см. *Крашение и Нафтолы*).

К ледяным красителям близки литолевые красители, служащие красящим началом ряда лаков и получаемые преимущественно при сочетании диазокомпонента с  $\beta$ -нафтолом:

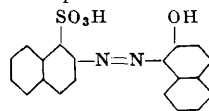
литолевый прочный алый PRN



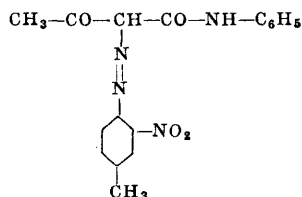
литолевый красный 3В



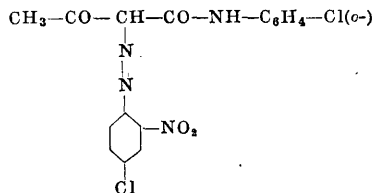
литолевый красный R



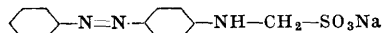
Нерастворимы также и азокрасители для лаков, выпущенные в продажу под названием Hansa, большая часть которых представляет продукты сочетания диазопроизводных *o*-нитранилина и его гомологов с производными арилидов ацетокусусной к-ты [4].  
Hansa желтый G



и Hansa желтый 10G



К азокрасителям относятся и красители для ацетатного шелка, *ионамины* (см.), напр.



По методам получения азокрасители м. б. разделены на моноазокрасители и полиазокрасители (к последним относятся также и дисазокрасители из диаминов). Если обозначить азокомпонент через А, диазокомпонент через D, стрелкой  $\rightarrow$  направление сочетания D с А и индексом  $^{\circ}$  — диазотируемую часть, то общая классификация азокрасителей м. б. выражена следующей схемой.

I. Моноазокрасители  $D^{\circ} \rightarrow A$ .

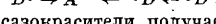
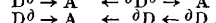
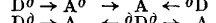
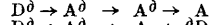
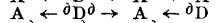
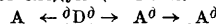
II. Полиазокрасители:

а) Дисазокрасители типа  $A \leftarrow^{\circ} D^{\circ} \rightarrow A$ .

б) Дисазокрасители типа  $D^{\circ} \rightarrow A^{\circ} \rightarrow A$ .

в) Дисазокрасители типа  $D^{\circ} \rightarrow A \leftarrow^{\circ} D$ .

г) Трисазокрасители, получаемые из трех предыдущих типов либо диазотированием конечного компонента и сочетанием с азокомпонентом либо сочетанием с заранее приготовленным диазокомпонентом, что дает следующие типы:



д) Тетраазокрасители, получаемые из трисазокрасителей аналогично предыдущему.

е) Пентаазокрасители, весьма редко применяемые.

Технич. осуществление синтеза азокрасителей не представляет трудностей. Аппаратура весьма несложна и состоит преимущественно из деревянных чанов, часто значительной емкости, снабженных мощными

мешалками, и из фильтрующих установок. Наибольшую трудность представляет приготовление промежуточных продуктов—диазо- и азокомпонентов. Для удобства работы всю аппаратуру для азокрасителей располагают по ярусной системе, чтобы использовать по возможности принцип самотека. Азо-корпуса красочных фабрик д. б. снабжены холодильными установками или льдоделательными машинами. Правильность ведения процесса получения азокрасителей в значительной степени зависит от соблюдения  $t^\circ$ -ных условий, концентрации к-ты или щелочи, скорости приливания ингредиентов и т. п. Обыкновенно заранее в деревянном чане, помещенном на верхнем ярусе, диазотируют амин, служащий диазосоставляющей, и приливают диазораствор (или диазосуспенсию) к азосоставляющей, помещенной в деревянном чане ярусом ниже. Раствор азосоставляющей в зависимости от ее свойств может иметь либо слабокислую, либо нейтральную, либо слабощелочную реакцию. Контроль азосочетания производится качественным определением азо- и диазосоставляющей, для чего капля раствора на фильтровальной бумаге приводится в соприкосновение либо с каплей раствора диазо-*n*-нитранилина или же другого амина либо с каплей раствора *H*-кислоты или *R*-кислоты. Появление окрашенной полосы на месте соприкосновения с первым раствором указывает на избыток азосоставляющей, со вторым же—на избыток диазосоставляющей. Отсутствие окрашенных полос служит признаком конца сочетания, после чего азокраситель м. б. высушен из раствора, отфильтрован, высушен и поставлен на тип.

I. Моноазокрасители. К моноазокрасителям основного характера относятся аминоказобензол, получаемый либо сочетанием диазониевой соли бензола с анилином (анилин → анилин) и последующей перегруппировкой образующегося диазоаминобензола либо непосредственно действием  $\text{NaN}_2$  на избыток раствора солянокислого анилина. Вследствие нерастворимости в воде аминоказобензол имеет лишь незначительное применение как спиртовой краситель; он применяется гл. обр. для получения *n*-фенилендиамин (восстановление красителя). Продукт сульфирования аминоказобензола, *п р о ч н ы й* желтый, является кислотным красителем. *Х р и з о и д и н* (анилин → *м*-фенилендиамин), простейший основной краситель, получается сочетанием диазониевой соли бензола с *м*-фенилендиамином и находит вследствие своей непрочности лишь нек-рое применение в печати и крашении гл. обр. как азокомпонент при ледяном крашении. *Ж и р о в о й* желтый (анилин → диметиланилин) получается сочетанием диазониевой соли бензола с диметиланилином и служит гл. обр. для подкраски жиров и масел.

Кислотные моноазокрасители содержат сульфогруппы либо при диазосоставляющей, либо при азосоставляющей, либо при обоих составляющих. К ним относятся оранжево-желтые красители, получаемые сочетанием диазосульфаниловой или диазометаниловой к-т с различными аминами и фено-

лами, напр.: *т р о п е о л и н*, или оранж I (сульфаниловая к-та →  $\alpha$ -нафтол), оранж II (сульфаниловая к-та →  $\beta$ -нафтол), оранж III, или метилоранж (сульфаниловая к-та → диметиланилин), *о р а н ж* IV (сульфаниловая к-та → дифениламин), *м е т а н и л о в ы й* желтый (метаниловая к-та → дифениламин), *п р о ч н ы й* красный (нафтионовая к-та →  $\beta$ -нафтол) и многие другие, получаемые сочетанием различных диазотированных аминокислот с различными аминами и фенолами. К ним же принадлежат и оранжево-красные красители, получаемые сочетанием диазотированных аминов с различными сульфокислотами нафтолов и нафтиламинов: *о р а н ж* G (анилин → G-к-та), *п у н ц о в ы й* G (анилин → R-к-та), *х р о м о т р о п* 6B (анилин → хромотроповая к-та), *а з о ф у к с и н* (анилин → H-к-та), *п у н ц о в ы й* 2R (*м*-ксилидин → R-к-та), *б о р д о* (B, BL, G, R, R extra) ( $\alpha$ -нафтиламин → R-к-та), *к р и с т а л л и ч е с к и й* *п у н ц о в ы й* ( $\alpha$ -нафтиламин → G-к-та) и другие. Сюда же относятся сине-красные красители, получаемые сочетанием различных диазотированных аминокислот с различными сульфокислотами аминов и фенолов: *к а р м у а з и н* (нафтионовая к-та → к-та Невиль-Винтера), *х р о м о т р о п* 8B (нафтионовая к-та → хромотроповая к-та) и др.

Кислотные моноазокрасители, содержащие карбоксильные группы (в большинстве производные салициловой кислоты), обладают протравным характером. К числу их относятся: *а л и з а р и н* желтый G (*м*-нитранилин → салициловая к-та); *х р о м* *п р о ч н ы й* желтый GG ( $\alpha$ -нафтиламин-6-сульфокислота → салициловая к-та) и многие др.

II. Дисазокрасители. а) Тип A ← D<sup>o</sup> → A. К производным этого типа относятся по преимуществу субстантивные тетразокрасители, получаемые сочетанием тетразотированного (двукратно диазотированного) диамина, как бензидин, толуидин, дианизидин, диаминостильбен и т. п., с различными аминами, фенолами или их сульфоновыми и карбоновыми к-тами. При этом тетразокрасители могут либо иметь вполне симметричное строение либо содержать различные азокомпоненты. Технически последнее осуществляется благодаря свойству первой диазогруппы тетразотированного основания вступать в реакцию сочетания значительно быстрее, чем вторая диазогруппа. Число подобных тетразокрасителей весьма велико. Из них наиболее важны следующие:

*х р и з о ф е н и н*  
 диаминостильбендисульфокислота ↗ фенетол  
 ↘ фенетол  
 получаемый этилированием яркого желтого из фенола;  
*к о н г о* *к р а с н ы й*  
 бензидин ↗ нафтионовая к-та  
 ↘ нафтионовая к-та  
*д и а з о ч е р н ы й*  
 бензидин ↗ H-к-та (щелочное сочетание)  
 ↘  $\gamma$ -к-та (щелочное сочетание)  
*б е н з о к о р и ч н ы й* MC  
 бензидин ↗ салициловая к-та  
 ↘  $\gamma$ -к-та (щелочное сочетание)  
*б е н з о п у р п у р и н* 4B  
 толуидин ↗ нафтионовая к-та  
 ↘ нафтионовая к-та  
*б е н з о а з у р и н* G  
 дианизидин ↗ к-та Невиль-Винтера  
 ↘ к-та Невиль-Винтера

К этому же типу красителей относится бисмарк коричневый, или везуин

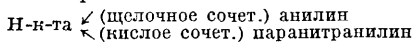
$$\begin{array}{l} \text{м-фенилендиамин} \nearrow \text{м-фенилендиамин} \\ \text{м-фенилендиамин} \searrow \text{м-фенилендиамин} \end{array}$$

основной дисазокраситель, не имеющий субстантивных свойств.

Перечисленные выше представители дисазокрасителей дают окраски от желтого до черного цвета. Различные сочетания применяемых тетразокомпонентов и азокомпонентов дают субстантивные красители почти всех цветов и оттенков. Существенным недостатком их является непрочность к мытью и главным образом к свету.

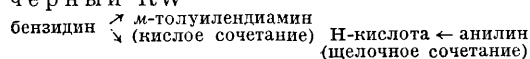
б) Тип  $D^{\circ} \rightarrow A^{\circ} \rightarrow A$ . К. в. этого типа в большинстве представляют кислотные красители и м. б. получены обычным путем из моноазокрасителей, содержащих способную к диазотированию аминогруппу. Важнейшими их представителями являются: б и б р и х с к и й а л ы й—первый дисазокраситель, открытый Ненцким в 1878 г. и получаемый сочетанием диазотированной дисульфокислоты аминоазобензола с  $\beta$ -нафтолом; к р о ц е и н о в ы й а л ы й (сульфаниловая к-та  $\rightarrow$  анилин  $\rightarrow$  кроцеиновая кислота); с у к о н н ы й к р а с н ы й (о-толуидин  $\rightarrow$  R-к-та); п р о ч н ы й ф и о л е т о в ы й R (сульфаниловая к-та  $\rightarrow$   $\alpha$ -нафтиламин  $\rightarrow$  к-та Шефера); н а ф т о л о в ы й ч е р н ы й В (амино-G-к-та  $\rightarrow$   $\alpha$ -нафтиламин  $\rightarrow$  R-к-та); с у л ь ф о н ц и а н и н 3R (метаниловая к-та  $\rightarrow$   $\alpha$ -нафтиламин  $\rightarrow$  толилперикислота). Увеличение числа нафталиновых молекул вызывает углубление цвета красителя. Число различных кислотных дисазокрасителей этого типа весьма велико.

в) Тип  $D^{\circ} \rightarrow A \leftarrow D^{\circ}$ . Получение этих красителей м. б. представлено как результат азосочетания диазониевой соли с готовым моноазокрасителем, что роднит этот тип красителей с предыдущим. К числу этих красителей относятся: к и с л о т н ы й к о р и ч н е в ы й R (анилин  $\rightarrow$  м-фенилендиамин  $\leftarrow$  нафтионовая кислота), н а ф т о л о в ы й с и н е ч е р н ы й



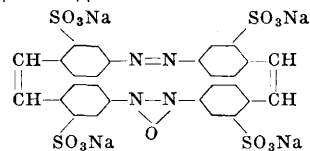
и ряд других.

г) Трисазокрасители м. б. получены из различных дисазокрасителей: либо диазотированием аминогруппы последних и сочетанием с азокомпонентом либо сочетанием этих дисазокрасителей с диазокомпонентом. Точно так же м. б. получены путем постепенного накопления азогрупп тетракис- и пентакисазокрасители. Часто введение лишней азогруппы производится уже на волокне, для чего окрашенная ткань либо подвергается действию азотистой кислоты и сочетанию с амином или фенолом либо обрабатывается диазотированным *n*-нитранилином. Подобная вторичная обработка тканей, окрашенных азокрасителями (преимущественно субстантивными), вызывает увеличение прочности окрасок и углубление цвета. Из полиазокрасителей, число к-рых весьма велико, отметим: а н и л - ч е р н ы й RW, или н е п о с р е д с т в е н н ы й г л у б о к и й ч е р н ы й RW, или к о л у м б и я ч е р н ы й RW

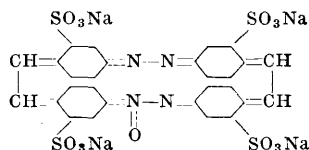


ч и к а г о - к р а с и т е л и, содержащие в своем составе чикаго-кислоту (см. *Промежуточные продукты синтеза красителей*).

3. В группе стильбеновых красителей, получающихся путем внутримолекулярной перегруппировки производных *n*-нитротолуол-*o*-сульфокислоты при нагревании их с едким натром, также предполагают наличие замкнутых азогруппировок. Так например с о л н е ч н ы й ж е л т ы й из *n*-нитротолуол-*o*-сульфокислоты представляет собою, по исследованиям Грина и Валья, следующее соединение



Возможно однако, что красители этой группы представляют собой смеси азо-, азокси-соединений и азометиновых производных. Красители эти отличаются субстантивными свойствами, т. е. способностью окрашивать без програвы растительное волокно. Они известны под названиями солнечных желтых (разных марок), хлорантиновых желтых, микадо-желтых, дианоловых желтых; при окислении из них получаются также желтые красители («хлораминовые», «полифениловые» и др.), отличающиеся большей прочностью к хлору. Принимая для этих К. в. хиноидное строение, можно изобразить напр. солнечный желтый следующей формулой

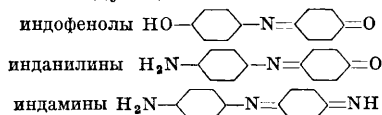


В такой форме он может считаться производным дигидразона диметиндихинона,  $O : C_6H_4 : CH : CH : C_6H_4 : O$ .

#### Класс IV. Хинонимидные и хинондиимидные красители.

Хинонимидные красители отличаются наличием в них хинонного цикла, в котором по крайней мере один атом кислорода замещен имидным остатком NH; хинондиимидные красители представляют собою производные хинонимиды  $O = \text{C}_6\text{H}_4 = \text{NH}$  и хинондиимиды

$\text{NH} = \text{C}_6\text{H}_4 = \text{NH}$ . По своему строению хинонимидные красители могут быть отнесены к двум основным группам. Первую из них составляют индамины, инданилины и индофенолы (см.), представляющие арильные замещенные *n*- (или *o*-) хинонимиды, построенные по следующим основным типам

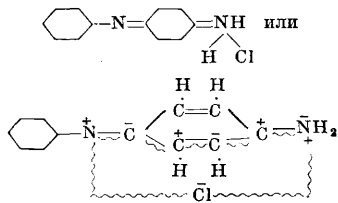


Если в индаминах или индофенолах в *o*-положении к имидному азоту содержится группа  $\text{NH}_2$ ,  $\text{OH}$  или  $\text{SH}$ , то они способны при окислении замыкать гетероциклич. ядра и переходить в хинонимидные красители вто-

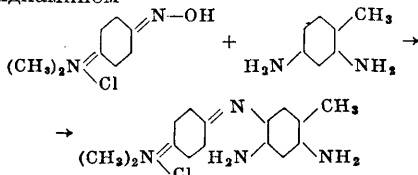
рой группы—азины с азониями, оксазины и тиазины.

1. **Индамины и индофенолы** представляют собою преимущественно синие вещества, которые дают зеленого цвета соли, разлагающиеся при действии минеральных кислот.

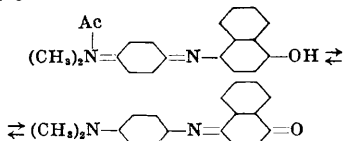
Из отдельных представителей их необходимо отметить следующие. **Фениленовый синий**—простейший индамин



получаемый совместным окислением молекулярной смеси *n*-фенилендиамин и солянокислого анилина или умеренным окислением диаминодифениламина; является промежуточным продуктом при синтезе фено-сафранина. **Биндшелеровский зеленый**, тетраметильное производное предыдущего, получается конденсацией *n*-нитрозодиметиланилина с солянокислым диметиланилином или окислением молекулярной смеси *n*-аминодиметиланилина с солянокислым диметиланилином; он является промежуточным продуктом при синтезе ряда азиновых и тиазиновых красителей. **Толуиленовый синий**, продукт конденсации *n*-нитрозодиметиланилина с *m*-толуилендиамином



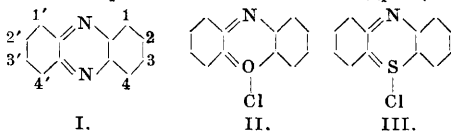
или совместного окисления *n*-аминодиметиланилина с солянокислым *m*-толуилендиамином, может быть применяем в качестве основного красителя, но вследствие своей непрочности практич. значения не имеет; при окислении переходит в азин (толуиленовый красный—см. ниже). **Индофенол** в пасте



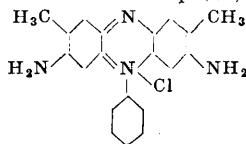
продукт конденсации *n*-нитрозодиметиланилина с  $\alpha$ -нафтолом; нерастворим в воде; применяется как суррогат индиго, так как дает при действии гидросульфита куб, легко переходящий при окислении воздухом в синий индофенол; выкраски из индофенольного куба непрочны. Целый ряд индофенолов и их лейкопроизводных синтезируется для получения сернистых красителей (см. ниже).

2. **Хинонимидные красители** с гетероциклич. ядрами относятся к следующим трем типам: а) *азиновые красящие вещества* и *азо-*

*ниевые красящие вещества* (см.), содержащие азиновое ядро (I), б) оксазиновые красители, содержащие оксазиновое ядро (II), и в) тиазиновые, содержащие тиазиновое ядро (III)

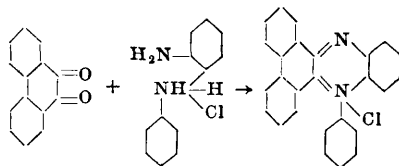


При наличии в этих циклах ауксохромных групп получают красители, которым можно приписать и *n*-хиноидное строение. Если пронумеровать атомы в молекуле азина так, как показано в ф-ле (I), то становится возможным рационально именовать все подобные красители, отбросив устаревшие эмпирич. термины, как эйродины, эйродолы, апосафранины, сафранины, индулины, розиндулины и т. п. Так, наиболее употребительный краситель этого ряда, сафранин T

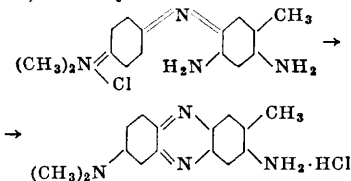


м. б. назван солянокислым мезофенил-2,2'-диметил-3,3'-диаминофеназином.

Общие методы получения азиновых и азониновых красителей следующие: 1) конденсация *o*-диаминов с *o*-хинонами; 2) окисление индаминов или индофенолов, содержащих в *o*-положении к имидному азоту аминогруппу или фениламиногруппу; 3) совместное окисление индаминов или индофенолов с аминами; 4) конденсация азосоединений с аминами или фенолами. Первый метод синтеза азинов и азониев не имеет широкого применения. Наиболее характерным примером его является получение **флавиндаулина** (солянокислого мезофенилфенантрафеназина) из фенантрехинона и *o*-аминодифениламина по схеме

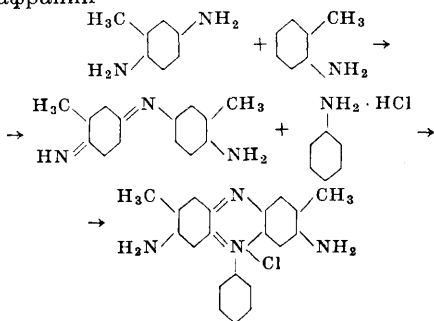


Иллюстрацией второго метода может служить получение **толуиленового красного** (2-метил-3-амино-3'-диметиламинодифеназина) из толуиленового синего, по схеме

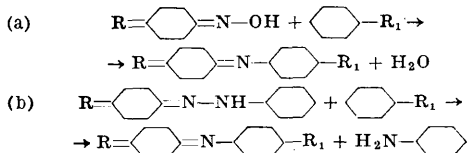


Третий метод имеет весьма широкое применение, причем часто самое получение индамина или индофенола производят одновременно с получением красителя, подвергая окислению смесь трех молекул аминов. Так, **сафранин T** получается окислением смеси *n*-толуилендиамин с *o*-толуидином

и анилином; промежуточным продуктом при этом является индамин, который при дальнейшем окислении с анилином переходит в сафранин

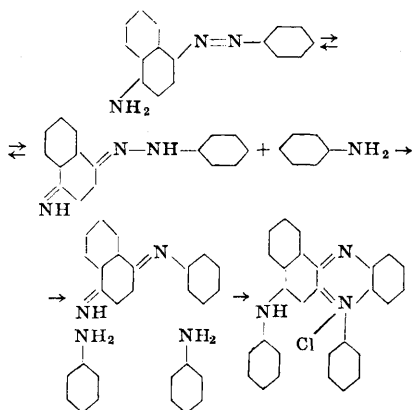


Четвертый метод стоит в тесной связи с получением индамина из нитрозосоединений. Если представить азосоединение в хинон-гидразонной форме, а нитрозопроизводное — в хиноноксимной, то обе реакции изображаются аналогично



В дальнейшем полученный индамин или индофенол может вступать в реакцию с амином по третьему методу и переходить в азониевый краситель или же при наличии  $\text{NH}_2$  группы в *o*-положении переходить по второму методу в азиновый краситель.

При проведении реакции по этой схеме необходимо конденсировать или *o*-аминоазосоединение с амином или *n*-аминоазосоединение с *m*-диамином, чтобы полученный индамин содержал амидную группу в *o*-положении к имидному азоту. Аналогичным путем получают и азониевые красители, если кроме азосоединения и амина в реакции примет участие и третья молекула амина, но в этом случае наличие аминогруппы в *o*-положении является излишним. Так, фенилрозиндулин, солянокислый мезофенил-5-фениламинонафтофеназоний, получается при взаимодействии бензолазо-нафтиламина с анилином и солянокислым анилином по схеме



и при этом сопровождается выделением  $\text{NH}_3$ . Наблюдаемое при этом фенилирование имидных групп является обычным для подобных реакций и приводит часто к полифениламиноазининовым и -азониевым красителям. Теоретический интерес представляет также метод получения азониевых красителей при взаимодействии хинондихлордииминов с аминами по В. Г. Шапошникову.

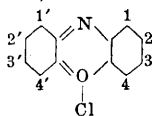
Азиновые и азониевые красители в большинстве случаев обладают основными свойствами; лишь некоторые из них (имеющие сульфогруппы) обладают кислыми свойствами и применяются для крашения шерсти и шелка. Из отдельных представителей следует отметить следующие. Флавиנדублин, солянокислый мезофенилфенофеназоний, получаемый из фенантренина и *o*-аминодифениламина; мало применяемый желто-оранжевый краситель Розиндулин G, натриевая соль мезофенил-2-сульфо-4-оксинафтофеназона, к-рый получается конденсацией нитрозо-1-нафтол-6-сульфо-кислоты с анилином и последующим окислением полученного индофенола с солянокислым анилином; в незначительных размерах он применяется в крашении шерсти и шелка в алокрастный цвет. Нейтральный голубой, солянокислый мезофенил-3-диметиламинофенафтазоний, получаемый конденсацией нитрозодиметиланилина с  $\beta$ -нафтиламином; основной краситель Сафранин T, солянокислый мезофенил-2,2'-диметил-3,3'-диаминодифеназоний, один из наиболее употребительных азониевых красителей (получение его приведено выше). Метилловый гелиотроповый O, солянокислый мезофенил-2-метил-3-амино-3'-фениламинодифеназоний, получаемый при совместном окислении *n*-аминодифениламина с *o*-толуидином и дальнейшем окислении полученного индамина с анилином. Мовенин, сернокислый мезо-*n*-толил-2,2'-диметил-3-амино-3'-фениламинодифеназоний, первый краситель, открытый В. Г. Перкином в 1856 году, получаемый с незначительными выходами при фуксиновом плаве анилина, содержащего *o*- и *n*-толуидины. Применяется главн. обр. для печатания почтовых марок в Англии. Магдала красный, солянокислый мезо- $\alpha$ -нафтил-4-аминодифеназоний, получаемый в смеси с симметричным диаминопродуктом при нагревании  $\alpha$ -аминонафталена с  $\alpha$ -нафтиламином и находящий незначительное применение при крашении шелка и приготовлении чернил. Индулиновый синий, солянокислый мезофенил-2,3-дифенилдиамино-3'-аминодифеназоний, родоначальник группы индулинов, получаемый сплавлением аминазобензола с анилином. При увеличении числа фенилированных аминогрупп получают настоящие индулины (см.). Индулины в виде солянокислых солей представляют основные, растворимые в спирте продукты. Жирнокислые соли их оснований растворимы в жирах и называются жировыми индулинами. Раствор солянокислых спиртовых красителей в ацетине (ацетильное производное глицерина) служит для печатания на растительных волокнах — под названием ацетинового голубо-



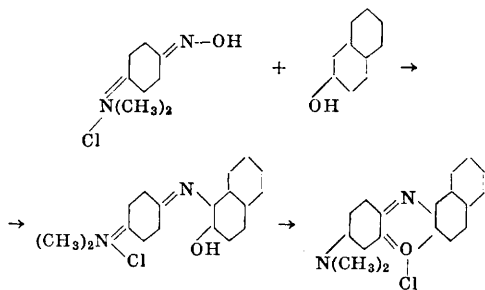
го; натриевые же соли сульфокислот индулинов представляют собою растворимые в воде продукты. Близки к индулинам по своему строению и н и г р о з и н ы, продукты окисления анилина нитробензолом в присутствии железных опилок.

К хинонимидным азониевым красителям относится, по Грину, и *черный анилин* (см.), образующийся на растительных волокнах и на шелке окислением солянокислого анилина. Значение азиновых и азониевых красителей вследствие их непрочности постепенно уменьшается, и лишь индулины, нигрозины и черный анилин пользуются широким распространением.

Окс аз и н о в ы е красители представляют производные солянокислого оксазона (азоксония)



и м. б. получены, аналогично азиновым красителям, из индаминов и индофенолов, содержащих в *о*-положении к азоту гетероцикла ОН-группу. Обычно получение индамина и индофенола и замыкание кольца в красителе сводятся к одной операции, которую проводят либо совместным окислением диамина или аминофенола с полифенолом или аминофенолом либо конденсацией нитрозопродукта с фенольными производными, причем самый нитрозопродукт, взятый в избытке, играет роль окислителя. Так, мельдола голубой, солянокислый 3-диметиламинофеннафтазоксоний, получается конденсацией *n*-нитрозодиметиланилина с  $\beta$ -нафтолом по схеме

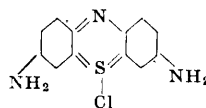


Наибольшее значение имеет группа галловых красителей, ярких и прочных протравных красителей, родоначальником к-рых является галлоцианин. Из отдельных представителей необходимо отметить следующие. Резорзуфин, солянокислый 3,3'-диоксидифеназоксоний, получаемый из мононитрозорезорцина и резорцина; применение имеет его тетрабромпроизводное. Капри голубой, солянокислый 2-метил-3,3'-тетраметилдиаминодифеназоксоний, к-рый получается из нитрозодиметиланилина и диметил-*m*-аминокрезола. Мельдола голубой—см. выше. Нильский голубой, сернокислая соль 3-диэтиламино-5'-аминофеннафтазоксония, получается из нитрозодизтил-*m*-аминофенола и  $\alpha$ -нафтиламина. Галлоцианин, 3-диметил-амино-1'-карбокси-3',4'-

диоксидифеназоксоний, а также и ближайшие его производные—см. *Галлоцианины*.

К азиновым и оксазиновым красителям следует отнести повидимому и ряд красителей для кожи и меха, получаемых на последних окислением различных промежуточных продуктов—аминов и аминофенолов, к-рые поступают в продажу под названиями урсолов, фурреинов, фуксаминов или накокрасителей. Они дают различные оттенки—от желто-коричневого до черного, причем окислению могут подвергаться как отдельные промежуточные продукты (анилин, *n*-аминофенол, *о*-аминофенол, аминоанизол, *m*-аминофенол, *n*-диаминодифениламин, *n*-фенилендиамин), так и их смеси. Красители, которые образуются при окислении этих веществ на животным волокне, имеют, согласно исследованиям Эрдмана [2], хинонимидное строение.

Т и а з и н о в ы е красители—аналоги оксазинов, содержащие тиониевую серу на месте оксаниевого кислорода. Получаются они окислением индаминов и индофенолов, содержащих в *о*-положении к имидному азоту сульфгидрильную группу, или же введением серы в индамины или индофенолы. Важнейшими представителями этой группы красителей являются следующие. Т и о н и н, или ф и о л е т о в ы й Л а у т а, солянокислый 3,3'-диаминодифеназтионий



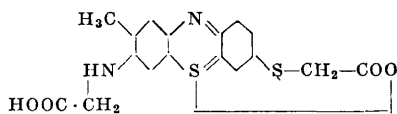
простейший представитель этой группы; получается либо окислением двух молекул *n*-фенилендиамина в присутствии сероводорода либо окислением простейшего индамина с тиосульфатами; мало применим в практике и имеет преимущественно теоретич. интерес. М е т и л е н о в ы й г о л у б о й—тетраметильное производное предыдущего; получается он при окислении Биндшедлеровского зеленого (индамина из нитрозодиметиланилина и диметиланилина) в присутствии сероводорода или тиосульфата и выпускается в продажу в виде солянокислой соли или двойной соли с  $ZnCl_2$ ; применяется для печатания по танниновой протраве и в медицине. При замене диметиланилина диэтил-*о*-толуидином получается н о в ы й м е т и л е н о в ы й г о л у б о й, отличающийся повышенной прочностью к кислотам, но меньшей прочностью к щелочам. М е т и л е н о в ы й з е л е н ы й—нитропроизводное предыдущего, мало применим.

3. С е р н и с т ы е красители. В некотором родстве с азиновыми и особенно тиазиновыми красителями находятся сернистые красители. Они получают сплавлением с полисульфидами при различных  $t^\circ$ , в присутствии или отсутствии растворителей, различных промежуточных продуктов, как например аминов, нитраминов, производных дифениламина и других, а иногда и животных или растительных продуктов. Первыми представителями этого класса были красители, т. н. к а ш ы Л а в а л я, полученные при сплавлении различных орга-

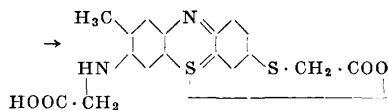
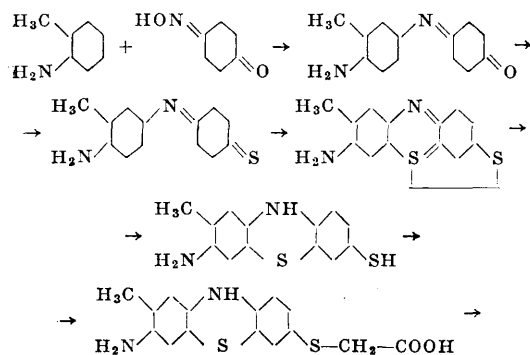
ническ. отбросов (древесных опилок, крови, соломы и т. п.) с серой и едкой щелочью, открытые впервые Круассаном и Бретонье в 1873 г. Р. Видаль получил первый черный сернистый краситель при сплавлении *n*-фенилендиамина и *n*-аминофенола с серой и едким натром. Им же открыт также способ сплавления органических соединений с заранее приготовленными полисульфидами, имеющий в настоящее время преимущественное значение.

Строение сернистых красителей еще не вполне выяснено. Основные работы проделаны Р. Гнемом [6], предположившим присутствие в сернистых красителях производных тиодифениламина, соединенных дисульфидной группой.

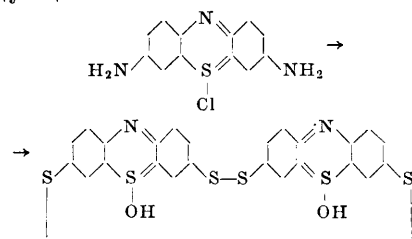
Вообще в сернистых красителях предполагается наличие содержащих серу гетероциклов, соединенных дисульфидными группами—S—S—. При действии сернистых щелочей, напр. Na<sub>2</sub>S, происходит восстановление дисульфидной группы в две сульфгидрильные группы—SH, дающие с щелочами растворимые в воде и субстантивно выбираемые растительным волокном соли. При действии кислорода воздуха лейкосоединения сернистых красителей на волокне переходят в фиксируемые последним нерастворимые, прочные к мылу и свету, но недостаточно прочные к хлору красители. В виду нерастворимости сернистых красителей в органических растворителях выделение их в чистом виде представляет большие трудности; лишь для некоторых из них удалось получить кристаллизующиеся ацетильные, бензоильные и глициновые производные их лейкосоединений и произвести полный их анализ. Так, из иммедиаля индона R, называемого в СССР сернистым синим R, получаемого при сплавлении с полисульфидами индофенола, приготовленного из нитрозофенола и *o*-толуидина, было получено (при обработке его лейкосоединения монохлоруксусной к-той) следующее соединение



Это позволяет предположить следующую схему получения красителя, его лейкосоединения и глицинового производного последнего



С другой стороны, был синтетически получен продукт, обладающий всеми свойствами сернистого красителя, введением дисульфидной группировки действием дисульфида натрия на диазониевую соль тионина по следующей схеме



Отсюда можно считать доказанным присутствие в некоторых сернистых красителях тиазинового цикла и дисульфидных групп. Сернистые красители бывают различных оттенков — желтого, коричневого, зеленого, синего и черного цвета. Известен лишь один красный сернистый краситель, полученный сплавлением готового азинового красителя красного же цвета, но он не является типичным представителем сернистых красителей и не имеет прочности последних.

Сернистые красители находят значительное применение в крашении растительного волокна в силу своей дешевизны, удобства применения и прочности к мытью и свету. Точной классификации сернистых красителей пока не существует вследствие невыясненности их строения; попытку же классифицировать их по окраскам следует считать нерациональной. В зависимости от исходных продуктов, служащих для щелочного плавления, сернистые красители можно разбить на три группы: а) получаемые из аминов, нитросоединений, и т. п., б) из индаминов и индофенолов и в) из готовых циклич. красителей. Сернистые красители могут применяться и как кубовые, к которым они очень близки, т. к. и те и другие выбираются тканью лишь в виде растворимой Na-соли лейкопроизводного и вытравляются на воздухе под действием кислорода. Так, тионин и его может применяться как собственно кубовый краситель, окрашивая ткань из гидросульфитного куба, и как сернистый, окрашивая ткань из сернистой ванны. Точно так же ценный сернистый краситель гидроновый синий, получаемый при сплавлении с сернистыми щелочами и серой индофенола из нитрозофенола и карбазола, дает лучшие выкраски из гидросульфитного куба.

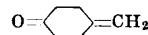
Технически сернистые красители получают сплавлением органических соединений с полисульфидами различного содержания серы. Вначале готовится раствор полисульфида (растворением серы в сернистом натрии), после чего к нему прибавляется органич. соединение, и реакция ведется при различных *t*<sup>o</sup>-ных условиях для различных красителей. Нек-рые особенно ценные кра-

сители, как пирогеновый синий или пирогеновый индиго, получают в спиртовой среде, когда при более длительной обработке и более низкой  $t^\circ$  получаются и более чистые красители. Продукт плавания м. б. непосредственно пущен в продажу в виде пасты или выделен в виде осадка высаливанием и продуванием воздуха; в последнем случае он поступает в продажу в порошокобразном виде. Иногда приходится производить очистку красителя, для чего последний растворяют в  $\text{Na}_2\text{S}$ , отфильтровывают от нерастворившихся примесей и выделяют из раствора в виде осадка высаливанием или продуванием воздуха. Сернистые красители выпускаются фирмами под различными названиями. Так, ф-ка Байера выпускает их под названием катигеновых, фабрика Фарбверке—под названием пирогеновых, Касселла—иммедиалевых, Баденская—криогеновых, Гейги—эклипсовых, Калле—тионовых, АГФА—сернистых. Под названием сернистых выпускает эти красители также и Анилтрест.

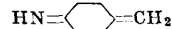
Из ряда отдельных представителей сернистых красителей следует отметить следующие. К а ш у Л а в а л я (о получении его см. выше); окрашивает растительное волокно в зеленовато-желтые, до коричневых, цвета. К р и о г е н о в ы й к о р и ч н е в ы й—продукт сплавления с полисульфидами 1, 8-динитрофталина, предварительно обработанного бисульфитом натрия. И м е д и а л е в ы й ж е л т ы й—из м-толуиленадиамина и полисульфида. И м е д и а л е в ы й ч и с т о с и н и й—продукт сплавления с полисульфидами 4-диметиламино-4-оксидифениламина, получаемого восстановлением индофенола из *n*-аминодиметиланилина с фенолом. П и р о г е н - и н д и г о—продукт сплавления с полисульфидами, или обработки полисульфидами в спиртовой среде 4-фениламино-4-оксидифениламина, или лейкоиндофенола, приготовленного из нитрозофенола и дифениламина. П и р о г е н о в ы й с и н и й—продукт обработки полисульфидами в спиртовой среде 2,4-динитро-4'-оксидифениламина, получаемого из 2,4-динитрохлорбензола и *n*-аминофенола. Г и д р о н о в ы й с и н и й—продукт сплавления с полисульфидами и серой индофенола, полученного из нитрозофенола и карбазола, или *N*-этилкарбазола. Ч е р н ы й В и д а л я—продукт сплавления с полисульфидом натрия *n*-аминофенола. С е р н и с т ы й ч е р н ы й Т, или и м м е д и а л е в ы й ч е р н ы й (иммедиалякарбон), или к а т и г е н о в ы й ч е р н ы й 2В, самый распространенный краситель этого класса—продукт сплавления с полисульфидом натрия 2, 4-динитрофенола, получаемого омылением 2, 4-динитрохлорбензола. Зеленые сернистые красители получают при сплавлении с полисульфидами различных соединений в присутствии солей меди. К сернистым красителям близки и т и а з о л о в ы е к р а с и т е л и, получаемые сплавлением производных *m*-толуидина с серой; напр. п р и м у л и н, содержащий ряд тиазоловых циклов, получается из *дегироттиопаратолуидина* (см.); применяется гл. обр. для получения на волокне азокрасителей.

#### Класс V. Метиленхинонные и метиленхинонимидные красители.

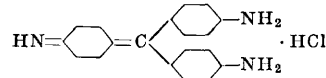
Метиленхинонные красители — производные метиленхинона



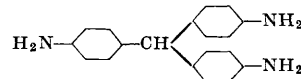
или метиленхинонимид



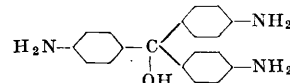
в к-рых один или оба водорода метиленовой группы замещены арильными остатками. Если последними замещены оба водорода метиленовой группы, то получают так наз. т р и ф е н и л м е т а н о в ы е к р а с и т е л и. Например фуксин есть солянокислая соль ди-*n*-аминопроизводного дифенилметиленхинонимина



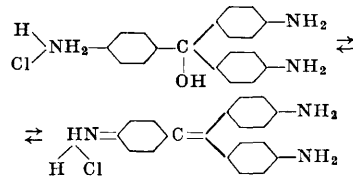
называемого фуксинимином. При восстановлении все подобные красители переходят в производные трифенилметана; так, в фуксине лейкооснование красителя является триаминотрифенилметаном



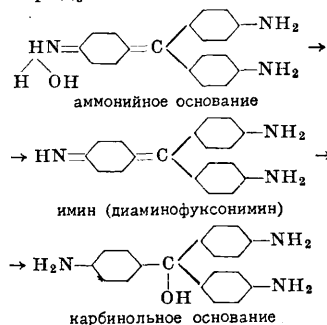
переходящим при окислении в карбинольное основание красителя, так назыв. р о з а н и л и н



солянокислая соль которого с отщеплением воды образует краситель



При обратном процессе нейтрализации соли красителя образуются последовательно следующие продукты

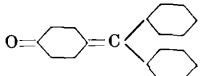


Вначале получается окрашенное аммонийное основание, переходящее с отщеплением воды в окрашенный же хиноидный имин; последний, присоединяя воду, переходит в бесцветное основание, представляющее наиболее прочную модификацию. В зависимости от тех азоксигрупп, к-рые со-

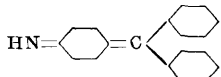
держатся при арильных остатках, получают-ся диамино- и триамино-трифенилметановые красители и окситрифенилметановые красители. Если в названных выше красителях при арильных радикалах содержится в о-положении к трифенилметановому углероду амидные группы, способные к замыканию новых гетероциклов, то при этом замыкании получают а к р и д и н о в ы е к р а с и т е л и (эти красители стоят в таком же отношении к трифенилметановым, как азины — к индинамам). Если в тех же красителях при арильных радикалах содержится в о-положении оксигруппы, точно так же замыкающие новые гетероциклы, то получают-ся к с а н т е н о в ы е к р а с и т е л и. Акридиновые и ксантеновые красители могут быть производными как дифенил-, так равно и трифенилметана, представляя в последнем случае мезофенилакридиновые и мезофенилксантеновые красители. Последние, в зависимости от наличия в них тех или иных групп, могут быть разбиты на три отдела: р о з а м и н ы, содержащие незамещенную мезофенильную группу; р о д а м и н ы, содержащие при мезофенильной группе карбоксил в о-положении к трифенилметановому углероду и  $\text{NH}_2$ -группы в остальных арильных ядрах, и ф т а л е и н ы, по строению аналогичные родаминам, но содержащие вместо аминогрупп  $\text{OH}$ -группы.

**К л а с с и ф и к а ц и я м е т и л е н х и н о н ы х к р а с и т е л е й.** 1. Трифенилметановые красители (диаминотрифенилметановые красители, триаминотрифенилметановые красители, окситрифенилметановые красители). 2. Акридиновые красители (собственно акридиновые красители, мезофенилакридиновые красители). 3. Ксантеновые красители [собственно ксантеновые красители (пиронины), мезофенилксантеновые красители: а) розамины, б) родамины, в) фталены]. 4. Оксикетонные и кетонимидные (дифенилметановые) красители. 5. Хинолиновые красители.

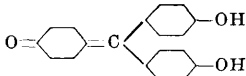
Метилехинолиновые красители являются одними из наиболее ранних синтетическ. красящих веществ. Так, фунсин был получен еще в 1856 году Натансоном и в 1858 г. А. В. Гофманом. Вслед за тем были получены фиолетовый Гофмана, фиолетовый Дебнера и ряд других. Исследованием их строения мы обязаны работам А. В. Гофмана, Э. и О. Фишров, Розенштиля, Дебнера, Каро, Гантша, Гомолка и других. Однако несмотря на многочисленные работы строение этих красителей не может считаться установленным (см. выше теорию цветности). Рациональная номенклатура трифенилметановых красителей основана на связи их строения с дифенилметилехиноном—фуксоном



и дифенилметилехинониминном—фуксоиминном

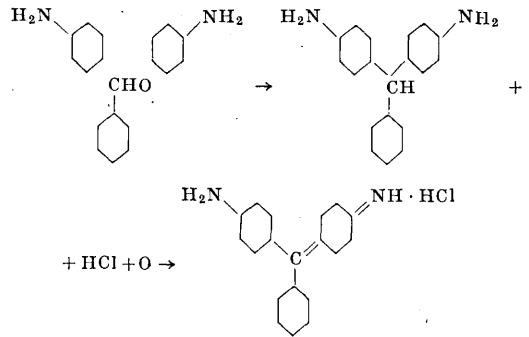


Так, фунсин м б. назван солью *n*, *n*-диаминофуксонимина, а розоловая к-та

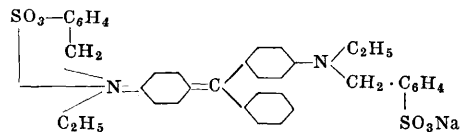


*n*, *n*-диоксифуксоном. Метилехинолиновые красители относятся по технич. применению к основным красителям или к кислотным (если в них содержатся кислые солеобразующие группы  $\text{SO}_3\text{H}$  и  $\text{COOH}$ ).

1. Диаминотрифенилметановые красители, называемые иначе группой малахитового зеленого, получают конденсацией бензальдегида и его производных с двумя молекулами амина в присутствии  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$  или  $\text{ZnCl}_2$ . Конденсацию ведут при избытке амина, который по окончании конденсации полностью отгоняется с водяным паром, а получившееся в твердом виде лейкосоединение красителя окисляется в краситель перекисью свинца в кислом растворе и выкристаллизовывается в виде соли с соляной, серной, шавелевой, уксусной и другими к-тами, что можно выразить схематически так

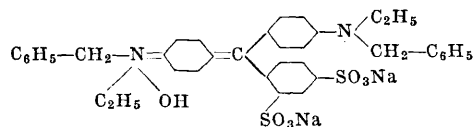


Некоторые красители, содержащие сульфогруппы, служат кислотными красителями (кислотные зеленые). При синтезе этих красителей бензальдегид можно заменить бензойной кислотой и тогда отпадает необходимость дальнейшего окисления лейкосоединений. Из отдельных представителей можно отметить следующие. Ф и о л е т о в ы й Д е б н е р а, родоначальник их—хлористый 4-аминофуксонимоний, не имеющий практич. применения. М а л а х и т о в ы й з е л е н ы й—тетраметильное производное предыдущего; получается конденсацией бензальдегида с двумя молекулами диметиланилина; наиболее распространенный краситель этого отдела; поступает в продажу б. ч. в виде хорошо кристаллизующейся двойной соли с  $\text{ZnCl}_2$ ; его хлорпроизводные и сульфосоли, получаемые соответственно из хлор- и сульфопроизводных бензальдегида, обладают большей прочностью к свету; все они являются основными красителями. Я р к и й з е л е н ы й—тетраэтильный аналог малахитового зеленого, точно так же широко распространенный основной краситель. К и с л о т н ы й з е л е н ы й



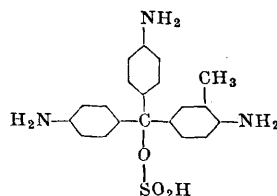
Na-соль внутрешней соли 4-этилсульфобензиламино-этилсульфобензилфуксонимония получается при конденсации бензальдегида с двумя молекулами этилбензиланилина и сульфированием продукта конденсации; после сульфирования и окисления лейкосоединения красителя высаливается Na-соль красителя, имеющего кислые свойства и применяемого для крашения шерсти и шелка.

Ксиленовый зеленый — изомер предыдущего, содержащий обе сульфогруппы при бензальдегидном ядре



является 2',4'-дисульфатриевой солью основания 4-этилбензиламино-этилбензилфуксонимония; получается конденсацией дисульфобензальдегида с двумя молекулами этилбензиламина и применяется как кислотный краситель.

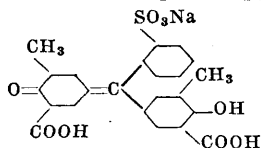
Триаминотрифенилметановые красители содержат три свободные или же замещенные аминогруппы в *n*-положении к центральному углероду в каждой из арильных групп и получают следующими способами: 1) окислением смеси аминов каким-либо умеренным окислителем, 2) окислительной конденсацией диаминодифенилметана с аминами, 3) конденсацией диаминобензгидрола или диаминобензофенона с аминами, 4) конденсацией *n*-аминобензальдегида с двумя молекулами амина. Из отдельных представителей можно отметить следующие. Новый фуксин, или парафуксин, солянокислая соль 4,4'-диаминофуксонимина; получается окислительной конденсацией диаминодифенилметана (из формальдегида и анилина) с анилином; служит также для получения спиртового синего и щелочного голубого. Фуксин, солянокислая соль 4,4'-диаминометилфуксонимина; получается окислением смеси анилина с *o*- и *n*-толуидинами. Для окисления раньше применялись хлорн. олово (Верген, 1858 год) и мышьяковая кислота (Никольсон, 1859 год), в настоящее же время — исключительно нитробензол в присутствии небольшого количества железных опилок. Процесс ведется след. обр.: к смеси основаный прибавляют 30%-ной соляной к-ты и выпаривают воду; затем вводят железо и нитробензол и нагревают в течение нескольких часов при 190°; полученный плав выпускают из котла, дают ему застыть, измельчают и кипятят с водой под давлением; полученный раствор отфильтровывают, прибавляют соляной кислоты и высаливают краситель поваренной солью; осадок растворяют в воде, подкисленной соляной к-той, прибавляют к горячему раствору поваренной соли, точно нейтрализуют избыток соляной к-ты содой и оставляют медленно кристаллизоваться. Фуксинный плав заключают кроме самого фуксина еще и побочные продукты — главн. обр. фосфин (см. ниже, акридиновые красители), который может быть извлечен из осадка после первого экстрагирования плава. Фуксин окрашивает животное волокно без протравы, а растительное по кисл. протраве в фиолетово-красный цвет. Благодаря малой прочности окрасок он применяется теперь довольно редко. Раствор фуксина при пропускании SO<sub>2</sub> обесцвечивается, давая так называемую фуксинсернистую кислоту (вероятно — сернистокислый эфир триаминодифенилтолилкарбинола)



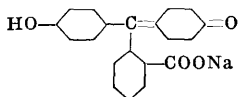
применяемую как реактив на альдегиды и при действии минеральных кислот легко разлагающуюся с обратным образованием фуксина. Гофмана фиолетовый — триметилфуксин, первый алкилированный краситель этого ряда; получается путем алкилирования фуксина иодистым метилом или иодистым этилом в автоклаве, в алкогольном растворе. Метилловый фиолетовый 4В — пентаметилпарафуксин; получается при окислении диметиланилина в присутствии солей меди, причем одна из метиловых групп диметиланилина служит основанием для образования трифенилметанового углерода; основной краситель, применяемый в крашении и печатании и при производстве чернил и химическ. карандашей. Кристаллический фиолетовый, — гексаметилпарафуксин; получается конденсацией кетона Михлера (из фосгена и диметиланилина) с диметиланилином или окислением соответствующего вторичного спирта (гидрола Михлера) с диметиланилином. Метилловый зеленый — иодметиловое соединение предыдущего, разлагающееся при 100° на кристаллический фиолетовый и СН<sub>3</sub>J. Анилиновый синий, или спиртовый синий, — трифенилфуксин; получается при нагревании основания фуксина с анилином; он растворим в спирте, но нерастворим в воде. Щелочной голубой — моносulfо-производное анилинового синего, получаемое при обработке его при 35° серной к-той. На-соль, слабо окрашенная вследствие ее перехода в соль карбинольного основания, служит кислотным красителем и после обработки кислотами принимает синий цвет. Водный голубой — трисульфосоль спиртового синего, кислотный синий краситель, получаемый при полном сульфировании спиртового синего. Кислотный фуксин — продукт сульфирования фуксина, представляющий смесь его ди- и трисульфокислот. Формиловый фиолетовый — динатриевая соль 4,4'-дисульфобензильдиэтилдиаминодифенилфуксонимония, получается окислением дисульфокислоты дибензильдиэтилдифенилметана (из формальдегида и двух молекул бензиламинсульфокислоты) с диэтиланилином. Виктория голубой — пентаметил-производное нафтилового аналога нового фуксина; получается из кетона Михлера и метил- $\alpha$ -нафтиламина.

Окситрифенилметановые красители получают аналогично предыдущим, если взяты оксипроизводные бензальдегида или фенолы вместо аминов. Из отдельных представителей можно отметить следующие. Аурин, или розоловая кислота, — 4,4'-диоксифуксон; получается конденсацией щавелевой к-ты или формальдегида с фенолом в присутствии крепкой сер-

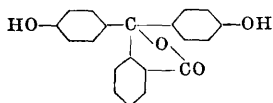
ной к-ты; применяется для окраски бумаги и для получения лаков. Хром рубин—Na-соль трикарбоновой к-ты предыдущего; получается при действии формальдегида на салициловую к-ту (3 молекулы) в присутствии серной кислоты и дает красно-фиолетовые выкраски по протравленной хромовыми солями шерсти. Эриохромцианин, Na-соль 2-сульфокислоты 3'-метил-4'-окси-5-карбоксо-*о*-метил-*о*-карбоксифуксона



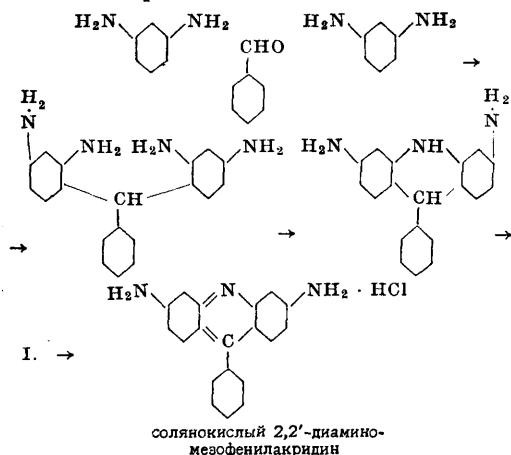
получается конденсацией бензальдегид-*о*-сульфокислоты с двумя молекулами *о*-крезолиновой к-ты; синий протравный краситель. Фенолфталеин, Na-соль 2-карбоксо-4,4'-диоксифуксона, неправильно причисляемая к фталеинам; получается конденсацией фталевого ангидрида с двумя молекулами фенола в присутствии  $ZnCl_2$  или  $H_2SO_4$ . В качестве красителя не применяется; употребляется как индикатор в алкалометрии, так как лишь щелочные соли его окрашены в фиолетовый цвет, свободный же фенолфталеин бесцветен. Объясняют это обычно тем, что лишь соли фенолфталеина имеют хиноидное строение



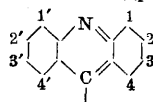
свободный же фенолфталеин является лактоном *п*-диокситрифенилкарбинол-*о*-карбоновой к-ты



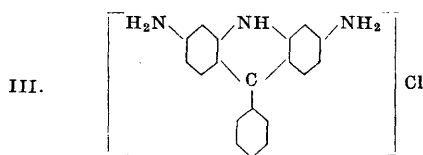
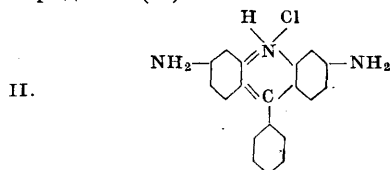
2. Акридиновые красители получают аналогично ди- и трифенилметановым красителям путем конденсации формальдегида или бензальдегида и его производных с *м*-диаминами с последующим замыканием дигидроакридинового кольца и окислением в краситель по схеме



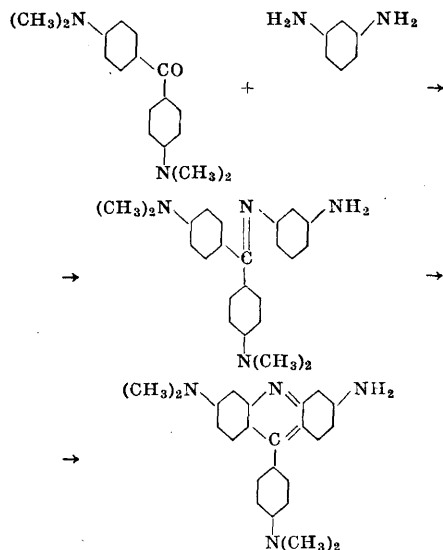
Характерным для этих красителей является наличие акридинового ядра



рациональная их номенклатура основана на приведенной здесь нумерации акридинового скелета. Изображенная выше форма (I) акридиновых красителей не может считаться окончательной; с таким же правом можно считать их производными хлористого акридония (II) или комплексов солями (III)

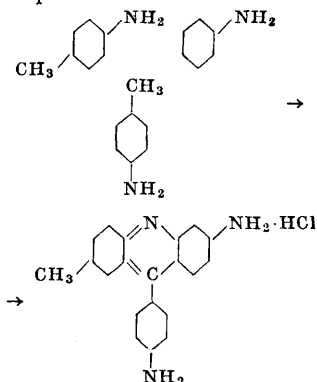


Часто замыкание акридинового кольца происходит одновременно с конденсацией; в противном случае приходится нагревать промежуточный продукт с кислотой в автоклаве; окисление же производится действием  $FeCl_3$ . Акридиновые красители м. б. получены и из кетона Михлера конденсацией его с *м*-диаминами в автоклавах в присутствии  $HCl$  по схеме:



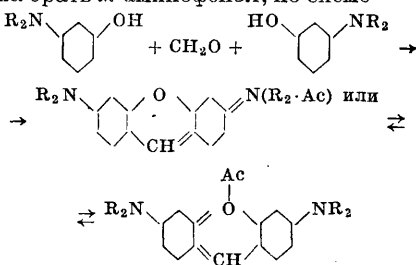
При этом промежуточным продуктом является *м*-аминофенилаурамин. Из отдельных представителей можно отметить следующие. Акридиновый желтый, 3,3'-диметил-2,2'-диаминоакридин, получаемый конденсацией формальдегида с *м*-толуилендиамином основной краситель. Акридиновый оранжевый — тетраметильное производное 2,2'-диаминоакри-

дина; получается при конденсации формальдегида с несимметричным диметил-*m*-фенилендиамин. Бензофлавин—3, 3'-диметил-2, 2'-диаминомезофенилакридин; получается из бензальдегида и *m*-толуиленамина; основной краситель желтого цвета. Акридиновый оранжевый—тетраметильное производное 2, 2'-диаминомезофенилакридина; получается конденсацией бензальдегида с несимметричным диметилфенилендиамин; основной краситель. Фосфин—побочный продукт при фуксировой плавке (см. выше); получается частичной конденсацией анилина с *m*-толуидином, основной краситель

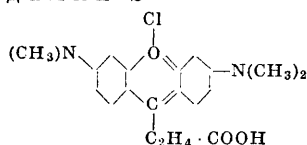


Резорин—несимметричный акридиновый краситель, 2-диметиламино-2'-аминопроизводное мезофенилакридина; получается конденсацией кетона Михлера с *m*-фенилендиамин; коричнево-желтый основной краситель. Флавозин—тетраэтильное производное 2, 2'-диаминомезокарбоксифенилакридина; получается конденсацией фталевого ангидрида с двумя молекулами несимметричного диэтил-*m*-аминофенола.

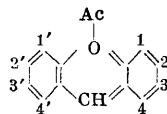
3. Ксантеновые красители. Пирониновые красители получают аналогично акридиновым, если вместо *m*-диамина брать *m*-аминофенол, по схеме



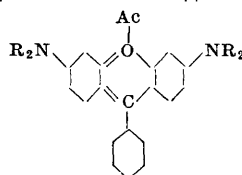
(где Ас—кислотный радикал) и представляют собою яркие основные красители. Так, тетраметил- и тетраэтилпиронин, получаемые из формальдегида и *m*-диметил- или диэтиламинофенола, являются красивыми красными основными красителями. Близки к пиронам также и сукцинины, например родамин S



получаемые при конденсации двух молекул диметил- или диэтил-*m*-аминофенола с янтарной к-той. Рациональные названия этих красителей, содержащих пирановый цикл с оксониевым кислородом, производятся от соли ксантилия

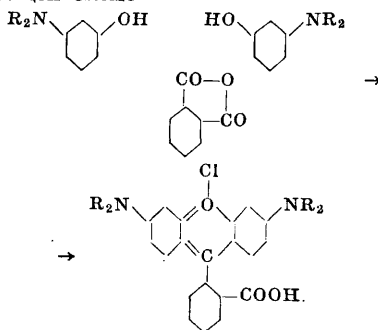


Мезофенилксантеновые красители. а) Розамины—мезофенилпиронины с общим скелетом вида



Они получают из бензальдегида и *m*-аминофенолов и представляют собою красные яркие основные красители. При введении в них сульфогрупп получают и кислотные красители. Среди отдельных представителей розаминов отметим следующие. Розамин—солянокислая соль тетраметильного производного 2, 2'-диаминомезофенилксантилия; получается из бензальдегида и двух молекул диметиламинофенола. Ксиленовый красный В—внутренняя соль дисульфокислоты тетраэтильного производного 2, 2'-диаминомезофенилксантилия; получается из дисульфобензальдегида и диэтил-*m*-аминофенола; близкий родственник кислородного голубого, синевато-красный кислотный краситель.

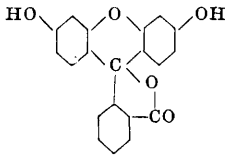
б) Родамины получают конденсацией фталевого ангидрида с различными *m*-аминофенолами в присутствии  $ZnCl_2$  по следующей схеме



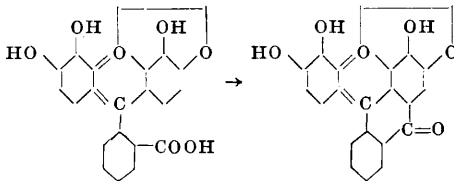
Отдельными представителями родаминов являются следующие. Родамин В—тетраэтилродамин; получается из фталевого ангидрида и диэтил-*m*-аминофенола; красный краситель с желтой флуоресценцией, применяемый для печатания на растительном волокне по таниновой протраве. Родамин 6G—этиловый эфир предыдущего более желтого оттенка; получается этилированием родамина В. Виоламин В—дисульфокислота дифенилродамина, красно-фиолетовый кислотный краситель. Среднее положение между родаминами и фталейнами занимают родолы, получаемые конден-

сацией фталевого ангидрида с одной молекулой *m*-аминофенола и одной молекулой *m*-дифенола, как р о д а м и н 12G — 2-диметиламино-2'-метокси-мезоэтилкарбоксихенилксантенил; желто-красный основной краситель.

в) Ф т а л е и н ы — не содержат аминогрупп и получают конденсацией фталевого ангидрида с двумя молекулами *m*-дифенола (резорцина и т. п.). Причисляемый обычно к этой группе фенолфталеин является в сущности трифенилметановым красителем. Простейшим фталеином следует считать ф л у о р е с ц е и н, получаемый из фталевого ангидрида и двух молекул резорцина и имеющий строение

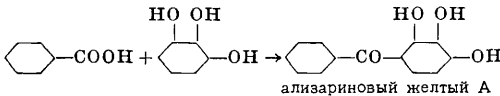
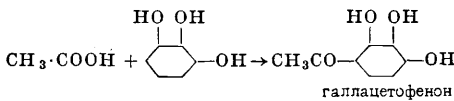


Флуоресцеин, или уранин, является весьма интенсивно флуоресцирующим кислотным красителем. Техническое применение находят только его галоидпроизводные: э о з и н—тетрабромфлуоресцеин; м е т и л э о з и н—метилловый эфир эозина; э т и л э о з и н—этиловый эфир эозина; э т и л а л ы й—динитродибромфлуоресцеин; э р и т р о з и н—тетраидофлуоресцеин; ф л о к с и н—тетрабромдихлорфлуоресцеин; б е н г а л ь с к а я р о з а—тетраидодихлорфлуоресцеин и тетраидотетрахлорфлуоресцеин. Г а л л е и н получают, как и флуоресцеин, при сплавлении при 200° фталевого ангидрида с двумя молекулами пирогаллола; изменяется изредка при печатании; служит гл. образ. для получения ц е р у л е и н а S—антрахинонного красителя, получаемого при замыкании кольца по схеме



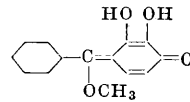
Ц е р у л е и н В м. б. получен и из флуоресцеина при аналогичном замыкании антрахинонного кольца. Церулеины подобно многим другим антрахинонным красителям поступают в продажу в виде бисульфитных производных или борнокислых эфиров, хорошо растворимых в воде.

4. Оксикетонные красители получают по реакции Ненцкого — нагреванием полифенолов с карбоновыми кислотами в присутствии  $ZnCl_2$ , напр.



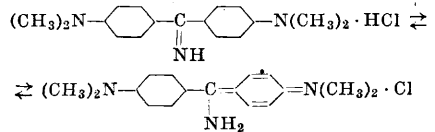
Это протравные красители желтого цвета,

в настоящее время практического значения не имеющие; они интересны лишь тем, что по свойствам своим стоят близко к оксиантрахинонам. Между прочим при этерификации ализаринового желтого А в щелочном растворе получается хиноидный эфир строения



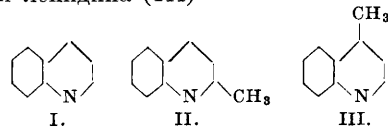
Это дает основание считать оксикетонные красители таутомерами и по их хиноидной форме причислять их к метиленхинонным.

К е т о н и м и д н ы е, или д и ф е н и л м е т а н о в ы е, красители (аурамины). Простейший и наиболее употребительный краситель этой группы—а у р а м и н О—получается либо действием газообразного аммиака на кетон Михлера в присутствии  $ZnCl_2$  либо нагреванием тетраметилдиаминодифенилметана с серой и нашатырем (по Зандмейеру). По строению считается таутомером

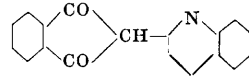


почему и м. б. отнесен к метиленхинонимидным красителям. Аурамин—основной краситель, дающий очень красивые окраски по шерсти и шелку и при печатании по танину. При нагревании его растворов происходит разложение на кетон Михлера и аммиак. Другие аурамины получают аналогично описанному, с заменой аммиака какими-либо первичными аминами.

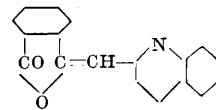
5. Х и н о л и н о в ы е к р а с и т е л и представляют производные хинолина (I) и его метиловых производных—хинальдина (II) и лепидина (III)



Хинолиновые красители могут быть разбиты на соединения с одним хинолиновым ядром и двумя такими ядрами. К первым относится х и н о ф т а л о н, получаемый конденсацией фталевого ангидрида с хинальдином и имеющий строение



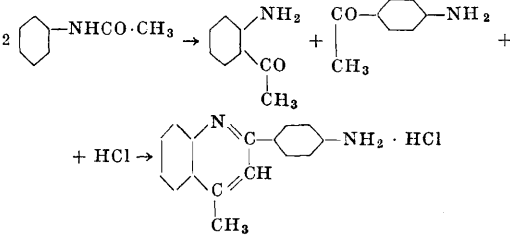
Изомерный с хинофталоном и з о х и н о ф т а л о н строения



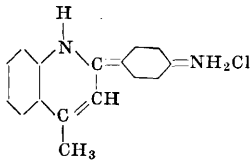
получается при более низких  $t^\circ$  и м. б. переведен действием щелочей в хинофталонон. Хинофталонон растворим лишь в спирте, но при сульфировании дает растворимый в воде чисто желтый краситель — х и н о л и н о в ы й ж е л т ы й, применяемый для крашения шерсти и особенно шелка. В то время



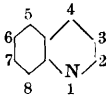
как хинофталон получается из готового хинолинового производного, в другом красителе этого класса, флавилине, хинолиновое кольцо получается синтетически. Ф л а в а н и л и н, мало применяемый желтый краситель, получается нагреванием ацетанилида с  $ZnCl_2$  при  $230-250^\circ$ ; получение его может быть объяснено предварительной перегруппировкой в *o*- и *n*-аминоацетофеноны, которые, конденсируясь, дают флавилилин по следующей схеме



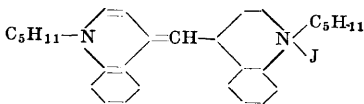
или



Ко второму отделу хинолиновых красителей относятся полученные Кенигом красители, содержащие два хинолиновых кольца, соединенных либо метиновой либо триметиновой группой. Если пронумеровать хинолиновое ядро следующим образом



и принять термин **хиноцианин** для всех красителей, представляющих продукт соединения двух хинолиновых ядер с метиновым радикалом, то все красители этого типа м. б. изображены как 4,4'-хиноцианины, или собственно цианины, либо как 2,4'-хиноцианины, или изоцианины, либо как 2,2'- или 2,4'- или 4,4'-виниленхиноцианины, или карбоцианины. Все они получают щелочной окислительной конденсацией хинолина с лепидином или хинальдином в присутствии иодистых алкилов, а также формалина (в случае карбоцианинов). Так, **цианин**, или иодистый 1,1'-диизоамил-4,4'-хиноцианин



получается конденсацией лепидина с хинолином в присутствии иодистого изоамила. Этиловый красный, иодистый 1,1'-диэтил-2,4'-хиноцианин, получается конденсацией хинальдина с хинолином в присутствии  $\text{C}_2\text{H}_5\text{J}$ . П и н а в е р д о л, иодистый 1,6,1'-триметил-2,4'-хиноцианин. П и н а н о л, иодистый 1,1'-диэтил-2,2'-виниленхиноцианин, получается конденсацией двух молекул хинальдина с формалином в присутствии  $\text{CH}_3\text{J}$ . Эти красители имеют

применение исключительно как сенсibilизаторы в фотографии и фабрикуются в незначительных количествах, так что их цена очень высока (доходит до 1000 рублей за 1 кг).

**Анализ К. в.** см. *Анализ красителей.*

**Общие свойства продажных синтетических К. в.** Большинство синтетич. К. в. растворимо в воде и водными растворами их пользуются для окраски текстильных материалов и других товаров. Такие красители выпускаются на рынок красочными ф-ками в виде порошков, реже—кристаллов или кристаллообразных крупнок. различной концентрации, т. е. с различным содержанием чистого К. в. Другие красители, как например ализарин, кубовые К. в. и т. д., в воде нерастворимы и для приготовления красильных ванн для текстильных материалов приходится пользоваться их суспензиями в воде, которые тем удобнее для применения, чем тоньше измельчено суспендированное вещество. Достаточно тонкого измельчения нельзя достигнуть обычным перемолом высушенного красителя. Поэтому краситель, обычно получающийся в процессе фабрикаци в виде осадка в водной среде, часто не высушивают, а пускают в продажу в виде водной пасты с содержанием сухого К. в. в 20, 40, иногда 50%. Чаще всего встречается 20%-ная паста. Наконец имеются красители, нерастворимые в воде, но растворимые в спирте, жирах и т. п., редко применяемые для окраски текстильных изделий, но идущие на изготовление спиртовых и масляных лаков, окраску жиров и т. п. Эти красящие вещества продаются обыкновенно тоже в виде порошков.

Растворимые в воде красители при фабрикации их обыкновенно выделяют из водных растворов отсаливанием и реже—кристаллизацией. Отфильтрованные от маточного раствора и высушенные, они содержат всегда в большем или меньшем количестве примеси веществ маточного раствора, преимущественно поваренной соли; в разных партиях К. в. содержание этих примесей колеблется в зависимости от хода фабрикаци, степени отжима от маточного раствора и т. д. Поэтому разные партии одного и того же К. в. могут выходить различной крепости. Для того чтобы иметь определенное К. в. всегда одной и той же концентрации, его «ставят на тип», примешивая к нему (обычно на шаров. мельницах) какого-либо разбавителя—нейтрального вещества, не мешающего растворению К. в. и не вредящего окраске, напр.—поваренной соли, безводной сернонатриевой соли, декстрина. Пробная выкраска на волокне, полученная таким «типовым» красителем, служит образцом и к крепости такого «типа» подгоняют все позднейшие партии того же К. в. путем разбавления теми же нейтральными веществами. Нек-рые красители выпускаются в продажу в различных концентрациях, иногда очень сильно разбавленными (напр. для удобства отвешивания при домашнем или кустарном крашении мелких партий товара). Иногда первоначальный тип выходит довольно сильно разбавленным, впоследствии же, по мере усовершенствования производ-

ства или же изменения требований рынка, красочные фабрики начинают выпускать более концентрированные красители. К названиям таких красителей прибавляют обозначение «концентрированный» или «экстраконцентрированный» или же обозначают их концентрацию числами 200:100 (т. е. краситель, вдвое более концентрированный, чем первоначальный тип), 500:100 и т. д. Наоборот, разбавленные против типа красители обозначают числами 70:100, 30:100 и т. п.

Все красители при восстановлении переходят с присоединением двух атомов водорода в так называемые лейкосоединения, в большинстве случаев бесцветные или окрашенные значительно «выше» самих красителей, но иногда в тот же цвет, что и красители, и даже глубже. Наоборот, окислением лейкосоединений, являющихся иногда промежуточными соединениями при фабрикации красителей, могут быть получены эти последние.

**История и экономика.** Производство синтетических К. в. стало возможным лишь тогда, когда газовое, а впоследствии коксовое производство стали доставлять достаточно сырья для него, а успехи органической химии поставили работу по синтезу К. в. на научную почву. Начало фабрикации синтетич. К. в. положено открытием английского химика В. Перкина (в 1856 г.), получившего (окислением анилина хромовой кислотой) фиолетовое вещество, интенсивно окрашивающее шерсть и шелк, названное им мовеином. Для фабрикации мовеина Перкином был основан специальный з-д. Вторым синтетич. К. в. был фуксин, производство которого (путем окисления хлорным оловом анилина, содержащего толуидины), разработанное франц. химиком Вергеном, было поставлено в Лионе в 1859 году. Далее наиболее важными достижениями в области К. в. были: в 60-х годах — получение анилинового синего Жираром и де-Лером и исследование этой реакции, а также реакции алкилирования А. В. Гофманом, исследование строения красящего начала корня марены — алizarина — и синтез его из антрацена Греббе и Либерманом (в 1868 году), открытие черного анилина Лайфтутом и открытие П. Гриссом диасоединений; в 70-х годах — синтез азокрасителей и введение их в технику (Руссен, О. Витт), синтез дисазокрасителей (Нецний), исследования Розенштайн, Э. и О. Фишером над строением трифенилметановых красителей, синтез малахитового зеленого, установление Ад. Байером строения индиго и затем первый синтез этого красителя, синтез фталейнов (А. Байер, Каро), триазолов (Лаут), азинов, в частности сафранина (Гревиль и Виллиамс, Нецний, О. Витт), оксазинов (Мельдола); в 80-х годах — продолжение исследований А. Байера по индиго и ряд синтезов, осветивших путь к технич. его получению, синтез аурамина (Кери и Каро), тарразина (Циглер), развитие химии субстантивных дисазокрасителей (Бетгер); в 90-х годах — два геймановских синтеза индиго (через 10 лет осуществленные в технике), работы Видалья по синтезу сернистых красителей и введение их в технику, бони-шмидтовская реакция получения полиоксидантрахинонов, открытие Ильинским сульфирования антрахинона в  $\alpha$ -положении, синтез алizarин-сафирола и начало разработки кислотных антрахиноновых красителей. Начало 20 в. богато крупнейшими достижениями в области К. в.: осуществлено производство индиго по общим способам Геймана; открыто Фридендером тиоиндиго и широко разработана область индигоидов; синтезирован Боном индантеновый синий и разработано большое количество способов получения кубовых антрахиноновых красителей как индантенового, так и других типов; в области холодного крашения положено начало группе нафтолов AS и различных диазокомпонентов для сочетания с ними. Во время войны 1914—1918 годов продолжалась разработка области индигоидов, антрахиноновых производных, нафтолов AS и т. д.; многие из прежних способов получения известных красителей подвергались пересмотру и значительным изменениям. Послевоенный период принес бадеровские индигозоли, несколько классов красителей для ацетатного шелка (ионамины Грина), начало синтеза периленовых производных, усиление введения гетероциклических, гидроароматических и жирных непредельных остатков в молекулы красителей различных классов и широкую разработку прежних тем по кубовым и холодным красителям. Синтезировано также боль-

шое количество лаковых красителей, особенно из группы нитро-аминопроизводных.

Первые красочные з-ды были основаны в Англии и Франции. Вскоре их примеру последовала Германия, где в начале 60-х годов возник ряд предприятий, гл. обр. по Рейну и Майну, близости к эльзасской текстильной промышленности и на водных путях, ведущих в океан. Несмотря на первоначальное отсутствие своего сырья (газовую смолу приходилось вывозить из Англии) и меньше чем в Англии развитие текстильной промышленности, германские (и швейцарские) красочные заводы не только перегнали старейшие англ. и франц. з-ды, но и поглотили большую часть их своей конкурентной или же сделали их своими филиальными отделениями. Уже к концу 19 в. герм. и швейц. красочная промышленность оказались почти монопольными, поставя синтетич. К. в. во все страны мира, а в тех государствах, куда (как например в США и в Россию) ввоз красящих веществ был затруднен высокой таможенной пошлиной, основывая свои филиальные отделения, работавшие на привозимых из Германии полупродуктах. В 1913 году 20 главнейших германских фабрик производили красители приблизительно на 400 млн. мар., что составляло около 88% мирового производства.

Три главнейшие герм. ф-ки: Баденская анилиново-алюминиевая и содовая в Людвигсгафене на Рейне, б. Фридриха Байера в Леверкузене и Эльберфельде и Гехтские ф-ки б. Мейстера, Луцшуса и Брюннга. Незадолго до войны герм. ф-ки образовали две союзных группы: 1) из Баденской фабрики, Байеровской и Берлинского алк. об-ва анилинового производства, 2) из Гехтских ф-к, ф-ки Л. Кассела и Калле и К°. После войны все упомянутые фабрики, с присоединением к ним ф-ки Грисгейм-Электрон, Вейлер-тер-Мер (Weiler-ter Meer) и Веденд и К°, образовали Алк. об-во «Interessen Gemeinschaft für Farbenindustrie» (I. G.), так что в настоящее время германскую красочную промышленность можно считать единой.

В Англии, Франции, Италии, Японии, а особенно в Америке красочная промышленность сделала большие успехи во время войны и после нее. Во всех этих странах К. в. фабрикуется теперь в столь значительных количествах, что производство их почти покрывает внутренний спрос; лишь редкие красители ввозятся в эти страны из Германии или из Швейцарии. За внешние рынки, главными из которых являются Китай и англ. колонии, идет ожесточенная борьба между Германией и главным образом Америкой; на внутреннем рынке многие фирмы Франции, Англии, Италии и Америки принуждены были в последние годы выйти с германским концерном I. G. в те или иные соглашения, имеющие предметом распределение производства или сфер влияния. В Америке в последнее время основано анциперное общество «I. G. Dyestuffs Corporation».

В России до войны 1914—18 гг. собственной красочной промышленности почти не было. Подлежащее большому развитию ходовых красителей в России производилось отделениями герм. ф-к: Фр. Байера, Фарберке, Баденской — в Москве, Кассела — в Риге, Берлинского алк. общества — в Либаве, Калле — в Варшаве. Ставка таможенного тарифа на красители (21 р. с пуда) делала выгодным производство внутри страны массовых дешевых сернистых и азокрасителей из привозных полупродуктов, чем и пользовались упомянутые герм. и швейц. фирмы. Самостоятельные русские фабрики не могли с ними конкурировать, так как производить внутри страны промежуточные продукты они не могли по отсутствию сырья, дороговизне вспомогательных материалов и отсутствию техн. опыта. В 1913 году в Россию было ввезено 652 т индиго на сумму около 2 млн. руб. и 1540 т других красителей на сумму 5,2 млн. руб.; произведено же внутри страны (почти исключительно филиалами герман. и швейцарских ф-к) ок. 9000 т красителей на 11,5 млн. руб.

В СССР государственная красочная промышленность сосредоточена в двух трестах — Анилтресте и Юнхимтресте. Первый имеет в своем распоряжении заводы Дербеневский (б. филиал Фарберке), Дорогомилловский и Бутырский (б. филиал Баденской ф-ки) в Москве и Кинешемский (б. Бензоло-анилинового т-ва) в Кинешме; второй — завод близ ст. Рубенной в Донбассе. На Дербеневском заводе вырабатываются главным образом азокрасители, на Бутырском — сернистые, нитрози и меховые красители, на Дорогомилловском — полупродукты и алizarиновые красители. Рубежанский завод дает преимущественно полупродукты, сернистый черный, нитрози и проектирует производство основных и индигоидных красителей. За 1926/27 год в СССР ввезено 1463 т красителей на сумму 5,4 млн. руб., а произведено этими заводами 5148 т на 8,45 млн. руб.

Лит.: \*) «Helvetica chimica acta», Basel, 1928, v. 11, p. 87; \*) Г. П. 367493, 371258, 360690; \*) «Liebig's Annalen d. Chemie», Leipzig, 1925, B. 446, p. 123;

\*) H. Fierz-David, «Helvetica chimica acta», Basel, 1928, p. 776; \*) «Ztschr. ang. Ch.», Leipzig, 1905, p. 1377; \*) «В», 1906, Jg. 39, p. 1016.

1) Общая я: Порай-Кошиц А. Е., Производство органических красящих веществ, Справочник по химической промышленности им. Л. И. Карпова, вып. 4, Л., 1924; Шик О., Химик-технолог, пер. с нем., П., 1923; Heermann P., Färberei- u. textilchemische Untersuchungen, 4 Auflage, В., 1923; Fierz-David H. E., Künstliche organische Farbstoffe, Technologie d. Textilfasern, herausgegeben von O. Herzog, B. 3, Berlin, 1926; Georgievics G., Handbuch d. Farbenchemie, 5 Aufl., Leipzig, 1922; Bucherer H., Lehrbuch d. Farbenchemie, Lpz., 1924; Mayer Fr., Chemie d. org. Farbstoffe, 2 Aufl., Lpz., 1924; Lefèvre L., Traité de matières colorantes organiques, artificielles, de leur préparation industrielle et de leurs applications, t. 1—2, P., 1896; Fierz-David H. E., Grundlegende Operationen d. Farbenchemie, 3 Auflage, Berlin, 1921; Möhler A. R. und Bucherer H., Farbenchemisches Praktikum, 3 Auflage, Berlin, 1926 (имеется в русском переводе); Cain J., The Manufacture of Intermediate Products for Dyes, 2 ed., L., 1919; Caro H., Über d. Entwicklung d. Teerfarben-Industrie, Berlin, 1893; Rowe F., Colour Index, N. Y., 1924; Friedländer P., Fortschritte d. Teerfarbenfabrikation u. verwandter Industriezweige, B. 1—14, Berlin, 1877—1926; Neumann K., Die Anilinfarben u. ihre Fabrikation, B. 1—7, Brschw., 1888—1906; Lehne A., Tabellarische Übersicht d. künstlichen org. Farbstoffe u. ihre Anwendung in Färberei u. Zeugdruck, Brschw., 1898—1906; Nietzki R., Chemie der org. Farbstoffe, 5 Auflage, Berlin, 1906 (имеется в русском пер.); Ristenpart E., Chemische Technologie d. org. Farbstoffe, 2 Auflage, Berlin, 1925; Schulz G. und Julius P., Farbstofftabellen, 6 Aufl., B. 1, Berlin, 1923; Wahl A., L'industrie des matières colorantes organiques, Paris, 1912.—2) Строение и цвет красящих веществ: Порай-Кошиц А. Е., Обзор исследований о связи между спектрами поглощения и строения органических соединений, «Ж», 1908, т. 40, ч. 2, стр. 62—97; Georgievics G., Beziehungen zwischen Farbe u. Konstitution bei Farbstoffen, Berlin, 1921; Kaufmann H., Über d. Zusammenhang zwischen Farbe und Konstitution, Stuttgart, 1904; Ley H., Beziehungen zwischen Farbe und Konstitution, Leipzig, 1911; Watson E. R., Colour in Relation to Chemical Constitution, London, 1918; Порай-Кошиц А., «Ж», 1913, т. 40, выпуск 3, стр. 62; Heermann, «Helvetica chimica acta», Basel, 1921, p. 527; Pfeiffer F., Organische Molekülverbindungen, Stuttgart, 1922.—3) Индигоидные красящие вещества: Georgievics G., Indigo von prakt. und theoret. Standpunkt, W., 1892; Truttwin H., Enzyklopädie d. Küpenfarbstoffe, Berlin, 1920; Martinet M., Matières colorantes, L'indigo et ses dérivés, Paris, 1926.—4) Антрахиноновые красители: Gnehm R., Die Anthracenfarbstoffe, Brschw., 1897; Varru-Varnette E., Anthracene a. Anthraquinone, London, 1921; Houben J. und Fischer W., Das Anthracen und Anthrachinon, Berlin, 1928.—5) Азокрасители: Bülow S., Chemische Technologie d. Azofarbstoffe, Leipzig, 1897.—6) Хинонимидные красители: Шапошников В., Исследования из области азиновых и азониевых красителей, Киев, 1904; Walter J., Anilinfabrikation, Hannover, 1903.—7) Трифенилметановые красители: Fischer E., Untersuchungen in der Triphenylmethanfarbstoffe, Hydrazine und Indole, Berlin, 1924; Mühlhauer O., Technik d. Rosanilinfarbstoffe, Stuttgart, 1889.—8) Сернистые красители: Lange O., Schwefelfarbstoffe, 2 Aufl., Lpz., 1925.—9) Анализ красителей: «Изм. О-ва для содействия и улучшения мануф. промышленности», Москва, 1912; Green A., The Analysis of Dyestuffs a. their Identification in Dyed a. Coloured Materials, Lake Pigments etc., 3 ed., London, 1920; Handbuch d. Färberei der Spinnfasern, hrsg. v. R. Loewenthal, 3 Auflage, B. 1—2, Berlin, 1921—23; Ruggli P., Praktikum der Färberei und Farbstoffanalyse, München, 1925; Zenger W. und Rettenberg H., Erkennung und Prüfung v. Färbungen, Wittenberg, 1925 (краткий конспект—ИТТТ, 1926, 20, стр. 3398); Pelét-Joly et, Theorie d. Färbung, Dresden, 1914; «Journal Soc. Dyers and Coloristes», London, 1923, p. 203. А. Порай-Кошиц и И. Иоффе.

**КРАФТ-ЦЕЛЛЮЛОЗА**, особенно прочное древесное волокно, употребляемое для выработки специального сорта оберточной бумаги (Kraft-Papier). Прочность и эластичность крафт-бумаги характеризуются данными следующей таблицы.

Механические свойства американской крафт-бумаги.

Образцы	Плотность $g/m^3$	Разрывная длина, м		Растяжимость, %		Ломкость двойных перегибов	
		$\frac{a+b}{2}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{a+b}{2}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{a+b}{2}$	$\frac{a}{b}$
№ 1	60	5 870	0,32	2,43	2,75	227	0,17
№ 2	46	7 410	0,37	1,48	2,02	283	0,35
№ 3	48	11 020	0,54	1,08	1,03	412	0,77

Примечание: а—продольное направление, б—поперечное направление.

Химич. процесс получения К.-ц. состоит из варки древесины (обычно сосны), измельченной в виде щепы размером  $15 \times 25$  мм, с раствором едкого и сернистого натрия в особых котлах при  $170^\circ$  в продолжение 2—6 ч. Щелочь берется в количестве 14—16% веса древесины, т. е. меньше, нежели при получении белевой натронной и сульфатной целлюлозы; продолжительность варки также меньше, и поэтому К.-ц. содержит в себе больше элементов древесины (лигнина, пентозанов и пр.) и практически трудно отбеливается. Поэтому название К.-ц. применяется и вообще к небелящимся сортам сульфатцеллюлозы. Химический состав безводного и беззольного волокна немецкой крафт-целлюлозы следующий (в %):

Эфирная вытяжка (смолы и жиры) . . . . .	0,42
Лигнин . . . . .	7,72
Пентозаны . . . . .	11,24
α-целлюлоза . . . . .	88,69
Алкогольная вытяжка . . . . .	0,40
Алкогольно-бензольная вытяжка . . . . .	2,07

Из анализа видно, что в химическом отношении К.-ц. можно назвать полуцеллюлозой и что выход К.-ц. из древесины должен быть больше, нежели сульфитной и белевой сульфат-целлюлозы; обычно она составляет 47% по весу воздушно-сухого и окоренного баланса. Микроскопически К.-ц. тотчас после варки представляет собою отдельные трахеиды клеток, длиною (для сосновой древесины) 2,6—4,4 мм и шириною 0,03—0,075 мм, а равно целые пучки волокон, слабо связанных между собою.

Механич. обработка К.-ц. кроме обычных технологическ. приемов включает еще разделение упомянутых пучков на волокна и укорочение последних (помол). Первая задача выполняется на бегунах, вторая—на ролах или мельницах Жордана. Помол волокна ведется обычно на бумажных ф-ках. Отработанная варочная жидкость вновь регенерируется, причем содержащиеся в ней в растворенном состоянии вещества древесины используются в виде горючего для выпарки воды из регенерируемой щелочи. Потери щелочи возмещаются сульфатом натрия. Т. о. для производства К.-ц. требуется почти в равной степени химич. и механич. энергия, что и отражается на технических коэффициентах и числах себестоимости.

По количеству вырабатываемой К.-ц. первое место (по данным 1922 года) занимает Канада—217 862 т; за нею следуют: США—126 000 т, Финляндия—43 100 т, Швеция—21 167 т. В СССР существует единственная небольшая фабрика на Урале при ст. Ляля Пермской жел. дор. с годовой выработкой

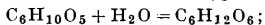
2 500 т. В целях замены бочек для цементной промышленности бумажной тарой из К.-ц. фабрика в настоящее время реконструируется (до выработки 11 000 т в год).

Лит.: Kirchner E., Das Papier, T. 3, Biberach, 1908—12; Nagglund E., Natronzellstoff, B., 1926; Mol C., Technology of Sulfate Processes, N. Y., 1920; The Manufacture of Pulp and Paper, v. 8, New York, 1927; Sutermeister E., Chemistry of Pulp and Paper Making, N. Y., 1920. Ю. Денисов.

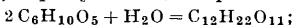
**КРАХМАЛ**, продукт ассимиляции углерода растениями в зернах хлорофилла (хлоропластах) под влиянием солнечного света.

**Строение и химический состав.** Крахмал относится к сложным углеводам. В состав его входят *амилоза* (см.), *амилопектин* (см.), гемицеллюлозы и неорганические вещества (зола). Исследование К. рентгеновскими лучами доказало его микрокристаллич. структуру. В основе К. лежит элементарный параллелепипед квадратной системы с ребрами:  $a=b=5,94 \cdot 10^{-8}$  см и  $c=5,05 \cdot 10^{-8}$  см; объем его  $178 \cdot 10^{-24}$  см<sup>3</sup>, что при уд. весе К. 1,5 соответствует одной группе  $C_6H_{10}O_5$ . Зерна К. построены из концентрических слоев таких элементарных параллелепипедов. Под микроскопом зерна крахмала показывают структуру своеобразной формы, напоминающей прудовую раковину с эксцентрической слоистостью. Размер зерен—от 0,05 до 0,1 мм. Кристаллич. строение К. обнаруживается при рассмотрении зерен в поляризационном микроскопе; при этом получается черный крест, указывающий на двоякопреломляющее вещество.

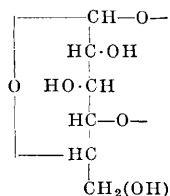
Относительно химических свойств крахмала в настоящее время известны следующие главнейшие данные: 1) элементарная формула его— $C_6H_{10}O_5$ ; 2) он обладает тремя спиртовыми гидроксильными группами,  $C_6H_7O_2(OH)_3$ , к-рые обнаруживаются напр. при ацетилировании [получается триацетат,  $C_6H_7O_2(OCOSH_3)_3$ ] и метилировании [образуется триметилловый эфир,  $C_6H_7O_2(OSH_3)_3$ ]; 3) активные карбонильные (альдегидные) группы отсутствуют—К. не восстанавливает фенилгидразин и не реагирует с фенилгидразином; 4) при полном гидролизе К. получается d-глюкоза со 100%-ным выходом



5) при неполном гидролизе его (амилолитич. энзимами) образуются декстрины и мальтоза:



6) при гидролизе триметилкрахмала образуется 2, 3, 6-триметилглюкоза, что ясно указывает на то, что свободные гидроксилы, имеющиеся в амилозе и амилопектине, занимают положения 2, 3, 6 в остатках глюкозы, из которых построена молекула К., и что взаимная связь этих остатков осуществляется за счет 1-го и 4-го атомов углерода (принимая, что в состав К. входит нормальная d-глюкоза с амиленоксидным кольцом 1,5).



остаток d-глюкозы, входящий в состав молекулы К.

Чувствительной реакцией на К. является сильное окрашивание с раствором иода в КЖ. В теплой воде зерна крахмала вспучиваются и лопаются, образуя крахмальную клейстер. Клейстеризация напр. картофельного К., по Линтнеру и Меркеру, наступает при 65° Уд. в.: а) совершенно чистого и абсолютно сухого К., по Парову, 1,658 и б) К., содержащего 19,4% воды, 1,451.

**Картофельный К.** Добывание его производится заводским путем. Данные химического анализа картофеля приведены в табл. 1.

Табл. 1.— Химический состав картофеля, по Кенигу (в %).

Наименование составных частей	Максимум	Минимум	В среднем
Вода . . . . .	82,86	68,29	75,48
Сухие вещества, клетчатка. Свободные от азота экстрактивные вещества (крахмал, сахар и т. д.) . . . . .	1,37	0,28	0,75
Белковые вещества . . . . .	21,24	18,75	20,69
Жир . . . . .	3,66	0,57	1,95
Зола . . . . .	0,31	0,03	0,15
	1,45	0,53	0,98

Основной оценкой пригодности картофеля для производства является определение %-ного содержания в нем К. Если вес картофеля в воздухе равен  $q$ , вес того же картофеля под водой  $q_в$ , то уд. в. картофеля:

$$Y_k = \frac{q}{q - q_в}$$

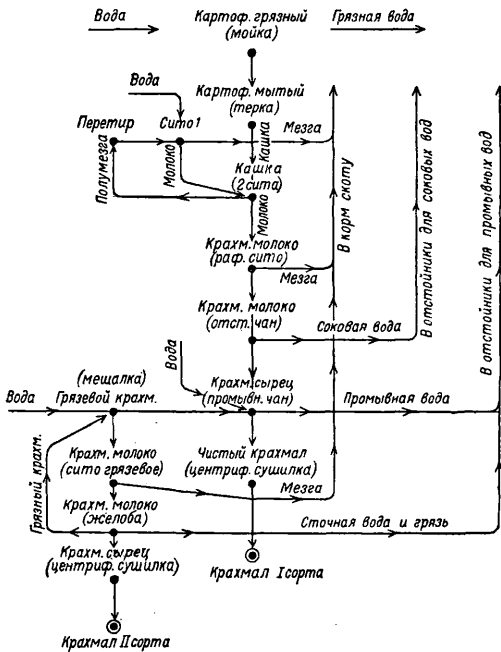
Уменьшая удельн. в. картофеля на 5,752% (среднее количество клетчатки, солей, к-т и белковых веществ), находят крахмальное число—вес К. и сахара. Вычитанием из последнего среднего содержания сахара (1,0%) находят содержание крахмала в картофеле. Крахмальное число определяется на весах различных систем—Реймана, Парова, Каранта, Шустова и др.

Производство картофельного К. распадается на две части. На картофелетерочном заводе вырабатывается сырой К., полуфабрикат; на крахмалосушильном—сухой К., товарный продукт. Иногда производство сырого и сухого К. объединяется на одном предприятии, но в большинстве случаев заводы работают отдельно, причем ряд терочных з-дов питает один сушильный завод.

Картофелетерочный з-д имеет целью выделение крахмала из клеток картофельного клубня, в которых он заключен. Для этого картофель из хранилищ подают в здание завода, откуда он при помощи подъемника передается в моечную машину—мойку для картофеля, откуда—на весы; затем, по прохождении контрольных автоматических весов, картофель попадает на терку, которая разрывает клетки картофельного клубня. Отделение К. от получившейся «кашки» производится при промывании кашки водой на ситах—экстраторах; при этом зернышки крахмала проходят сквозь сито, образуя вместе с водой крахмальное молоко, а обрывки клетчатки—мезга, остающаяся на сите, удаляется с его поверхности щетками. Крахмальное молоко для выделения из него К. поступает или в от-

стойные чаны, снабженные мешалками, или на особые машины (тренишлейдер Яна); полученный К. подвергается в размывных (промывных) чанах промывке чистой водой. На этом операции по получению сырого картофельного К., содержащего до 50% влаги, оканчиваются. Отбросы производства перерабатываются отдельно.

На крахмалосушильном заводе крахмал подвергается сушке; его разводят водой и молоко пропускают через сита. Первоначальная сушка производится на центрифугах, а затем крахмал передают в сушилку той или иной системы. Сухой крахмал, содержащий 20% влаги, подвергается просевке и упаковке. На схеме приведен наиболее простой ход процесса переработки картофеля в сухой К.



Следует отметить некоторые детали производства. Грязевые слои К., осевшего в промывных чанах, перерабатываются отдельно на желобах. Они дают крахмал II сорта и отход грязевого К. Делается это в одно время с выработкой крахмала I сорта. В бассейнах, расположенных около здания завода, куда направляются воды из отстойных и размывных чанов, накапливается грязевый крахмал, который перерабатывается в крахмал III сорта. Мезга используется в сыром виде и идет для корма скоту. Ее можно сушить, превращая так. обр. в сухой, компактный, хорошо сохраняемый корм.

В целом производство картофельного крахмала складывается из следующих главнейших операций: 1) транспортирование картофеля на завод и мытье его, 2) измельчение картофеля (разрывание клеток), 3) вымывание К. на ситах, 4) осаждение его, 5) промывание, 6) сушка, 7) просеивание и упаковка, 8) вы-

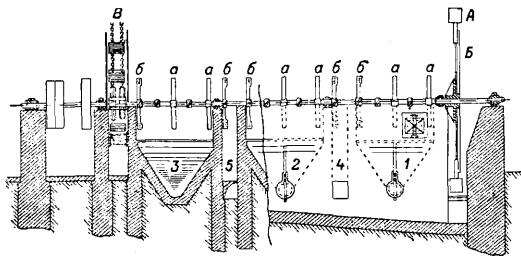
деление и переработка грязевого К. и переработка отходов—сушка мезги и выработка крахмала III сорта.

1) Транспортирование и мытье картофеля. Транспортная установка з-да должна обеспечивать легкость и простоту передвижения и отмывания картофеля от грязи, примесь к-рой в некоторых случаях доходит до 20%. Подача картофеля из складов к мойке производится водой, по каналу гидравлич. транспортера. В мойку, борта которой отстоят от уровня земли на 1—1,5 м, картофель поднимается элеватором, шнеком или иным подъемным приспособлением. Отмывание грязи от картофеля происходит частично при его продвижении к мойке и окончательно в картофелемойке.

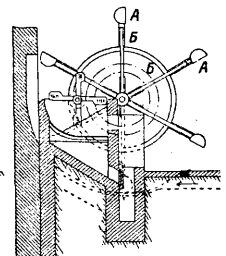
Канал гидравлич. транспортера делается в виде забетонированной канавки шириной 200—250 мм и глубиной, в начале пути, 150—200 мм. Для продвижения воды и картофеля по направлению к мойке транспортеру дается уклон: по прямой линии 10 мм и на поворотах—15 мм на 1 м. К началу канавки подводится вода, использованная в мойке и частично свежая. Расход воды—до 600% по весу картофеля.

Подъем картофеля в мойку может производиться: ковшевым элеватором (см. Элеватор), шнеком (см. Шнеки) или подъемным колесом; последнее представляет ряд черпаков А, сидящих на концах спиц Б (фиг. 16). Черпаки захватывают картофель из канавки транспортера и забрасывают его в камеру мойки.

Очистка картофеля от земли, камней, соломы, ботвы и тщательная промывка имеют большое значение для производства К. На фиг. 1а показано устройство картофелемойки. Она состоит из ряда камер 1, 2, 3, в каждую из к-рых поступает вода из водопровода. Между ними имеются сухие камеры 4 и 5. Картофель поступает в камеру 1 и передвигается к другому ее концу при помощи кулаков а, насаженных на вал мойки. Далее он захватывается билами или черпаками б и перебрасывается в следующую камеру. Пройдя все камеры, он выбрасывается из мойки и попадает или в ковшевой элеватор В или прямо в терку. Мойки строятся различных конструкций. Основные из них: а) мойка с билами, вращающимися под во-



Фиг. 1а.

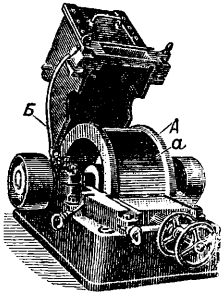


Фиг. 1б.

дой; такая мойка отделяет солому и другие всплывающие примеси; б) мойка с билами над водой; в) мойка с промежуточными сухими камерами; г) мойки, комбинированные из типов (а) и (б). Характеристика картофелемойки следующая: скорость вала от 16 до 20 об/мин.; расход воды—до 400% по весу

картофеля; пропускная способность машины зависит от длительности пребывания картофеля в воде и от размеров камер; так мойка для мытья картофеля производительностью 82 т картофеля в течение 24 часов работы имеет 4 мокрых и 3 сухих камеры, длину 7 м (при ширине камер в 1 м). Контрольные автоматич. весы для взвешивания вымытого картофеля устанавливаются под мойки; с весов картофель шнеком подается на картофелетерку.

2) Измельчение картофеля. Для того чтобы извлечь крахмал, находящийся в клетках картофельных клубней, надо разорвать клетки, а затем отделить освободившиеся крахмальные зерна от клеточных стенок. Операция разрывания клеток производится на картофелетерках. Терка (системы Яна) представлена на фиг. 2. Она имеет железный вращающийся барабан А, окруженный кожухом Б. Поверхность барабана состоит из ряда стальных прокладок а, поставленных на ребро, со стальными пилками, зажатыми между ними так, что зубья пилок выдаются на 1 мм над поверхностью прокладок. Картофель загружается в верхнюю часть кожуха и, попадая на быстро вращающуюся поверхность барабана, разрывается острыми концами пилок. Получившаяся кашка проходит в нижнюю часть кожуха и сваливается в приемник, находящийся под теркой. Пильные терки с внешней пильчатой поверхностью строятся:



Фиг. 2.

а) простые, с ordinary перетиром картофеля, и б) компаунд, с двойным перетиром. Перетирание картофеля может быть достигнуто и другими способами. В терке системы Шампонуа работает внутренняя пильчатая поверхность. В т. н. терпужных терках рабочей частью машины служат острые края отверстий внешней продырявленной поверхности барабана; эти терки практич. применения не нашли. Характеристика пильных терок: барабан делает от 1 000 до 1 200 об/мин.; пропускная способность 50—70 кг картофеля в час на каждые 10 мм длины пилок.

3) Вымывание К. на ситах. Назначение сит—отсеять (отмыть) крахмальные зерна от клеток картофеля. Для этого кашка должна быть направлена на сетчатую поверхность, где она орошается водой. Крахмальное молоко проходит сквозь ячеи сита, которые должны для этого иметь соответствующий размер. Мезга остается на поверхности и должна быть с нее удалена. Для лучшей отмывки К. создают искусственное продвижение массы, для чего сетчатую поверхность приводят в сотрясательное движение (плоские сотрясательные сита) или во вращательное (круглые цилиндрич. сита) или же переворачивают массу щетками (полуцилиндрич. щеточные сита—экстракторы). Для лучшей отмывки кашки применяют различные системы соединения сит. Наиболее распространенной является упрощенная система Яна, которая состоит из двух полуцилиндрич. и одного

плоского сита. При этом вводится вторичный перетир мезги, один раз уже отмытой водой, что осуществляется пропуском кашки через вторую терку. Продвижение продукции на ситах происходит следующим образом. Сита располагаются: два щеточных сверху друг над другом, плоское сотрясательное—под ними. Кашка из-под первой терки накачивается насосом на нижнее сито и с него сходит в перетир. Кашка из-под перетира перекачивается насосом на верхнее сито: с него сходит мезга, которую направляют в мезговые ямы.

Верхнее сито орошается чистой водой, расположенное под ним второе сито—крахмальным молоком, сходящим с верхнего сита; молоко со второго сита попадает на нижнее плоское рафинировальное сито. С этого сита молоко спускают в отстойную систему. Вместо плоских сит для рафинирования картофельного К. употребляют цилиндрические сита. Некоторые конструкции соединяют в себе щеточное и рафинировальное сито. Характеристика щеточных сит: на 1 м<sup>2</sup> поверхности сетки сито пропускает кашку, полученную из 50 кг картофеля в час; количество оборотов щеток—от 18 до 25 в минуту, плоские сита делают от 250 до 500 качаний в минуту.

4) Осаждение К. происходит благодаря большому уд. в. крахмальных зерен сравнительно с уд. весом воды. Крахмальное молоко перекачивается в специальные деревянные или каменные бассейны, называемые отстойниками, где из него оседает К. Осевшая соковая вода из отстойников спускается, а К. тем или иным способом из них выгружается и направляется далее на размывку. Осаждение К. производят и пропуском молока по длинным неглубоким желобам. Желоба применяются главным образом для осаждения К. из грязных смывок размывных чанов.

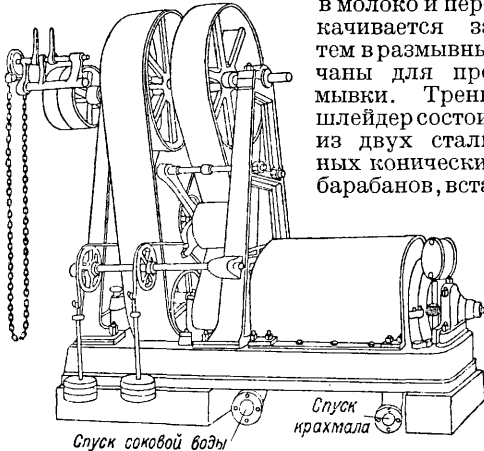
Наиболее распространены следующие системы отстоя. а) Отстойно-промывная: первые чаны—бассейны; К. перегружается во вторые, промывные, чаны вручную; эти чаны снабжены специальными мешалами, к-рые позволяют перемешивать осевший крахмал с водой для того, чтобы получившееся крахмальное молоко можно было выкачать насосом. б) Мешально-промывная: первые и вторые чаны снабжены мешалами. в) Система Яна: применяется механическое выделение К. из молока на треншлейдерах Яна. Чаны отстойно-размывной системы имеют следующую арматуру: мешало, делающее от 16 до 25 об/мин.; спуск соковой воды производится при помощи резинового рукава—швиммера, спуск грязевого слоя крахмала—через движки, вделанные в стенку чана; спуск молока—через трубку. Около чанов делают для спуска в них соковых вод и молока бетонные канавки.

Расчет емкости чанов производят, исходя из следующих соображений, допускающих непрерывное ведение производства.оборот чана: время отстоя—8 час., спуска соковых вод—0,6 час., разбавления водой и спуска молока—1,5 час., всего ~10 часов. Время наполнения чана определяется из равенства:

$$T = \frac{t}{m-1}, \text{ где } T \text{—время наполнения, } t \text{—время}$$

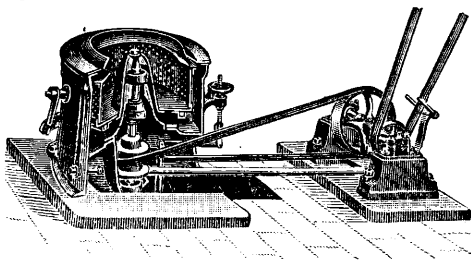
работы чана (10 час.),  $m$  — количество чанов. Объем чана определяется из равенства  $V = L \cdot t \cdot m^3$ , где  $L$  — количество поступающего в час молока (в  $m^3$ ). Объем системы  $V_m = L \cdot t \cdot m$ .

Тренншлейдер Яна (фиг. 3) заменяет отстойные чаны. Он выделяет из молока  $K$ . консистенции сметаны,  $K$ -рый тут же разводится в молоко и перекачивается затем в размывные чаны для промывки. Тренншлейдер состоит из двух стальных конических барабанов, вста-



Фиг. 3.

вленных один в другой. Внутренний барабан приводится в движение одним шкивом, наружный — другим. Оба барабана имеют различную скорость: наружный делает 900, внутренний — 850 об/мин. На внутреннем барабане укреплена медная спиральная лента, прикасающаяся к внутренней поверхности наружного барабана. Молоко впускается внутрь его и разбрызгивается по внутренней поверхности барабана. Благодаря вращению последнего и развивающейся центробежной силе происходит разделение молока на крахмал и соковую воду, причем крахмал, как более тяжелый, оседает на внутренней поверхности внешнего барабана, а соковая вода остается над ним и сливается через трубку.  $K$ . счищается медной спиральной лентой, сдвигается к более узкой части конуса и выходит через особую трубу. Тренншлейдер строится одного размера; для переработки 41 т картофеля за 24 часа он потребляет до 10 НР.

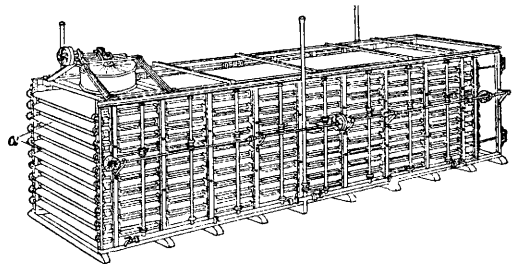


Фиг. 4.

5) Промывание.  $K$ ., осажденный в отстойных чанах или на тренншлейдерах Яна, поступает в размывные чаны, в  $K$ -рых производится промывка его чистой водой. На этом операции получения сырого  $K$ . заканчиваются. Крахмал, вынутый из размывных чанов, поступает в дальнейшую переработку на сухой крахмал, патоку, декстрин, саго.

6) Сушка картофельного крахмала. Подготовительными операциями к сушке являются: размывка и рафинировка  $K$ . (на заводах,  $K$ -рые работают отдельно от терочного на привозном  $K$ .) и центрифугирование. Последнее имеет целью осушить и дополнительно очистить крахмал. Осушающая центрифуга (фиг. 4) состоит из внутреннего барабана, стенки которого имеют отверстия, закрываемые при работе тканью. Барабан делает до 1000 об/мин. Из крахмального молока плотностью  $22^\circ \text{Вé}$ , залитого в барабан, выделяется крахмал,  $K$ -рый плотно прилегает к стенкам и по остановке барабана вынимается вручную или особыми ножами (патент Де-Йонга), после чего шнеком или элеватором подается в сушилку.

Практически оправдали себя следующ. системы сушилок. 1) Сушилка Ангеле (фиг. 5) с бесконечными полотнами  $a$ , отопляемая паром и работающая непрерывно. 2) Вакуум-сушилка системы Пассбурга, работающая периодически. Крахмал загружается в железный неподвижный барабан (кожух), внутри  $K$ -рого вращается другой барабан, снабженный лопатками, перелопачивающими  $K$ . Внутренний барабан питается мягким паром. Воздушный насос, соединенный воздухопроводом с полостью между барабанами, удаляя оттуда пары и воздух, создает вакуум, в условиях  $K$ -рого происходит сушка. 3) Сушилка системы Грачева, представляющая собою вращающийся железный барабан, внутрь которого засыпается сырой



Фиг. 5.

$K$ ., передвигаемый от одного конца барабана до другого лопастями, прикрепанными к его внутренней стороне. Навстречу движению  $K$ . вентилятор нагнетает воздух, подогретый в огневом или паровом калорифере. Сухой  $K$ . выгружается из барабана в шнек и идет на отделку. 4) Сушилка системы Фермана имеет вращающийся барабан, состоящий из ряда деревянных планок; этот барабан заключен в кожух, внутрь которого подается воздух, нагретый в калорифере.

7) Отделка сухого картофельного  $K$ . состоит в его охлаждении и отсеивании от него крупки. Просеивание  $K$ . производится на *буртах* (см.) или центробежных сепалках с шелковой или медной тканью. Дробление крупки производят на *дезиттеграторах* (см.). Отсеиванием  $K$ . может быть разделен на сорта. Затем производят упаковку  $K$ . в мешки.

8) Переработка и использование отходов. Отходами производства являются: мезга, соковые и промывные воды и грязевой  $K$ ., осевший из вод в результате работы отстойно-

размывной системы. Мезга, по Парову, содержит 93,45% воды, 4,0% крахмала, 1,35% клетчатки, 0,41% белка, 0,07% жира, 0,26% минеральных солей и 0,26% сахара. Мезга является хорошим кормом для скота и м. б. скармливаема или без предварительной сушки, что практикуется на заводах СССР, или предварительно высушенной, как это производится в Германии. Сырая мезга накапливается на з-де в мезговых ямах (деревянный сруб, углубленный в землю) и оттуда разбирается; ее можно сохранять в силосованном. Сухая мезга предварительно должна быть отпрессована на вальцевых прессах (системы Яна или других) и затем высушена в сушильках с вращающимся барабаном или других специальных конструкций. После сушки мезга проходит через дезинтегратор и упаковывается в мешки. Сок воды направляется отдельно от промывных в отстойники (каменные бассейны), где из них осаждаются остатки крахмала. Воды, уходящие из бассейнов, содержат в 1 м<sup>3</sup>: 2,37 кг сахара, 1,16 кг гуммиобразных веществ, 0,32 кг азотистых веществ (белки, амиды), 6,21 кг минеральных веществ (в том числе фосфорнокислых 0,173 и калийных 0,604 кг). Они могут быть применены для орошения лугов, увеличивая урожай в 2—3 раза. Грязевой К. из размывных чанов разделяется на сорта на лотках одновременно с производством I сорта, причем получают II и III сорта. Ямный крахмал (из отстойных бассейнов) размывается с использованием аппаратуры завода после окончания переработки картофеля или весной.

Транспортировку кашки, молока и мезги производят при помощи специальных насосов. Так как эти жидкости заключают в себе механически взвешенные частицы, которые стремятся быстро осесть, то клапаны мезговых и молочных насосов в отличие от обыкновенных плунжерных насосов делают в виде медного или резинового, со свинцовым ядром, шара, плотно сажающегося на седло. Привод насосов осуществляется от кривошипа или эксцентрика; употребляются также насосы со шкивами для ременного привода.

Силовое обслуживание завода. На терочном заводе, вырабатывающем только сырой К., считается выгодной установка двигателя внутреннего сгорания; на заводе же с сушилкой для К. обычно имеется локомотив с противодавлением, мятым паром которого питается калорифер сушилки. Точно определенных норм потребления энергии отдельными машинами завода нет. Ниже приводятся ориентировочные данные расхода энергии для заводов различной производительности (табл. 2).

Для аппарата сушилок Ангеле требуется от 6 до 10 HP, системы Пассбурга от 14 до 20 HP, системы Грачева от 15 до 25 HP. Осушающая центрифуга потребляет при пуске 5 HP, в ходу 2 HP.

Вода. Расход воды определяется Паровым в 1—2 м<sup>3</sup> на 1 ц картофеля. Состав воды оказывает влияние на качество крахмала: чем чище вода, тем лучше получается К. Паров считает нормальным следующий состав воды (в мг на 1 л): сухого остатка—400,

Табл. 2.—Расход энергии для крахмальных заводов разной производительности.

Наименование машин	Потребность энергии (в HP) завода с пропускной способностью 25, 41 и 82 т в 24 ч.		
	25 т	41 т	82 т
Шнек . . . . .	1,0	1,25	1,5
Картофелемойка . . . . .	2,0	3,0	4,0
Картофеледережка . . . . .	5,0	6,0	10,0
Насос для кашки . . . . .	0,5	0,75	1,0
Сдвоенные цилиндрич. сита (экстракторы) . . . . .	1,5	3,0	5,0
Перетир . . . . .	3,0	3,0	4,0
Рафинировальные сита . . . . .	0,75	1,0	1,0
Тренишвейдер сист. Яна . . . . .	—	8,0	16,0
		(1 шт.)	(2 шт.)
Мешальный механизм . . . . .	0,50	0,75	0,75
Общий расход без сушилки	30	40	65

CaO—12, MgO—20, SO<sub>3</sub>—60, CO<sub>2</sub>—100, Cl—60, NH<sub>3</sub>—0, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>—0, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—0, (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)—5, органич. веществ (окисляемость KMnO<sub>4</sub>)—10.

Выходы и качество картофельного К. Выходы крахмала зависят от крахмального числа картофеля и качества работы з-да. Оценивая потери для хорошей работы в 3,0, нормальной—в 3,75, средней—в 5,0% от количества К., содержащегося в картофеле, можно данные о выходах представить в виде следующей таблицы.

Табл. 3.—Выходы крахмала при хорошей, нормальной и средней работе.

Крахм.-ное число	Потери в 3,0%		Потери в 3,75%		Потери в 5,0%	
	Влажность в %					
	50	20	50	20	50	20
10	14,0	8,75	12,5	7,8	5,0	3,1
11	16,0	10,00	14,0	8,7	11,5	7,1
12	18,0	11,25	16,0	10,0	13,5	8,4
13	20,0	12,50	18,0	11,25	15,5	9,6
14	22,0	13,75	20,0	12,5	17,5	10,9
15	24,0	15,00	22,0	13,75	19,5	12,1
16	26,0	16,25	24,5	15,3	22,0	13,75
17	28,0	17,50	26,5	16,5	24,0	15,0
18	30,0	18,75	28,5	17,8	26,0	16,25
19	32,0	20,00	30,5	19,0	28,0	17,5
20	34,0	21,25	32,5	20,3	30,5	18,75
21	36,0	22,50	34,5	21,5	32,0	20,0
22	38,0	23,75	36,5	22,8	34,0	21,25
23	40,0	25,00	38,5	24,0	36,0	22,8

Пересчет выходов К. с 50% влажности на 20% и обратно возможно производить, пользуясь равенством:

$$K_{20} = \frac{K_{50} \cdot 50}{80},$$

где  $K_{20}$ —вес К., имеющего влажность 20%, и  $K_{50}$ —вес крахмала с влажностью в 50%.

Стоимость производства сырого картофельного К. вычисляется по следующей ф-ле:

$$S = \frac{50(a \cdot i_c + R)}{a - c},$$

где  $S$ —себестоимость единицы веса К. влажностью в 50%,  $a$ —крахмальное число (в %),  $i_c$ —покупная стоимость 1% крахмала в единице веса картофеля,  $c$ —потери производства,  $R$ —стоимость переработки единицы веса картофеля.

П. Бобнов.

**К. пшеничный.** Добывается он из зерна пшеницы, *Triticum vulgare*. Средний состав пшеничного зерна следующий: воды 13,5%,



азотистых веществ 11,4%, жира 1,90%, безазотистых экстрактивных веществ 69,7%, клетчатки 1,8%, зольных элементов 1,78%. Различают три основных способа добывания пшеничного крахмала: а) кислый способ, б) сладкий, или эльзасский, способ и в) способ Мартина.

**Кислый способ.** Очищенную от пыли и полови (оболочки зерен) пшеницу замачивают в течение 3—4 дней в холодной воде, пока зерно не станет настолько мягким, что легко раздавливается между пальцами. Размоченное зерно смывают чистой водой, раздавливают на вальцовых дробилках таким образом, чтобы вся масса представляла сплошную густую кашку; эту кашку помещают в бродильные чаны и подвергают брожению, прибавив к ней кислой воды от предыдущего брожения. Начало брожения определяется выделением большого количества газовых пузырьков, затем масса покрывается сплошной коркой всплывших оболочек. Кислое брожение ведется при температуре 20—35° и продолжается от 6 до 10 дней. В качестве продуктов брожения получают небольшое количество спирта, молочная, уксусная и масляная кислоты. Смысл брожения состоит в том, что белковые вещества, склеивающие отдельные крахмальные зерна, частью растворяются, частью переходят в такое состояние, в котором они легко отделяются от крахмальных зерен. Когда брожение закончено, кислая бродильная вода сливается (идет частью на закваску следующих порций), а твердая масса кашки переводится во вращающийся дырчатый барабан, в котором при помощи воды происходит отмывание К. от остальной части зерна. Получаемое таким образом крахмальное молоко очищают, пропуская через сита, помешают в отстойный чан и оставляют стоять 2—4 дня. По прошествии этого времени на дне чана образуются 2 слоя К.: верхний—загрязненный примесями и нижний—чистый. Верхний слой отделяют, рафинируют на мелких ситах и на желобах, а нижний собирают отдельно, промывают, если нужно, еще раз рафинируют и сушат. При этом способе клейковины почти не получают; процесс брожения сопровождается выделением дурно пахнущих газов. Этот способ устарел и имеет смысл лишь для утилизации подмоченного, испорченного зерна. То же следует сказать и о выработке К. из муки при помощи брожения,—она применялась только как способ утилизации испорченной муки.

**Эльзасский способ** (без брожения). Хорошо промытую пшеницу размачивают в деревянных или цементных чанах около 4—6 дней при  $t^{\circ}$  воды 12—14°. Воду спускают, зерно сливают чистой водой, раздавливают на вальцах или жерновах и полученную кашку промывают в дырчатых барабанах. Получающееся молоко еще недостаточно чисто. Его пропускают через сита, отстаивают и снова пропускают через сита.

**Способ Мартина.** Пшеничную муку замешивают с водой и оставляют стоять в течение нескольких часов для того, чтобы частицы муки пропитались водой и набухли. Полученное жидкое тесто промывают на дырчатых барабанах, а крахмальное мо-

локо отстаивают и рафинируют обычными способами на ситах и центрифугах. Наиболее рациональным способом производства пшеничного крахмала является мартиновский, при котором и выходы больше и клейковина утилизируется полнее. Кроме указанных основных способов имеются еще и другие (способы Кейля, Кадлера, Феска и др.).

Пшеничный К. поступает в продажу в большинстве случаев в виде кубиков. Это достигается тем, что К., вынутый из отстойного чана или центрифуги, разрезывается на кусочки и в таком виде сушится. Сушка продолжается от 2 недель и больше; происходит она при  $t^{\circ}$  в 20°. Иногда кубики специально формуется в формах с пустым дном. На более совершенно оборудованных заводах для ускорения сушки имеются особые аппараты, работающие под вакуумом. Наилучшие выходы как крахмала, так и клейковины дают способы выработки из муки. По данным Кенига, средний состав пшеничного крахмала следующий: воды 13,9%, крахмала 74,11%, азотистых веществ 1,13%, жиров 0,19%, клетчатки 0,17%, золы 0,46%.

**К. кукурузный, или маисовый.** Сырьем для получения кукурузного крахмала является отделенное от початки зерно кукурузы, *Zea Mays* (см. *Зерно*). Химический состав кукурузного зерна очень различен в зависимости от сорта растения, но в среднем может быть выражен следующими цифрами: воды 14,5%, золы 1,5%, белковых веществ 11,5%, жира 5,0%, растворимых углеводов 2,5%, клетчатки 2,5%, пентозанов 3,5%, безазотистых экстрактивных веществ 74,5%. Крахмальные зерна кукурузы, особенно у кремнистых сортов, крепко сцементированы между собой белковыми веществами и потому без предварительной обработки из зерна выделены быть не могут. При добывании К. из кукурузы зерно предварительно размачивается в горячей воде (50°), содержащей около 0,3% сернистого газа, в течение 45—50 часов. Сернистый газ способствует размягчению склеивающих К. белковых веществ. По прошествии указанного срока воду сливают и зерно промывают чистой водой. Размягченное зерно дробится на специальных дробилках системы Крупша. Дробление обычно производят 2 раза и настолько крупно, чтобы заключенный в семени росток не дробился, а выдавливался в целом виде. После дробления кашка с водой и крахмальным молоком поступает в автоматические росткоотделители, где благодаря разнице в удельных весах росток отделяется от других составных частей зерна. Росток промывается, отжимается, сушится и идет для приготовления весьма ценного кукурузного масла. Грубо раздробленная мучнистая часть зерна и наружная оболочка идут сначала на промывку от выделившегося уже крахмала и затем на мокрый жорнов. Размолотая кашка поступает на промывной аппарат, где от нее отделяется оставшаяся неразмолотой кожура, а затем идет на ротационные сита, где посредством промывания водой из нее отделяется весь освобожденный К. Крахмальное молоко, полученное т. о., содержит около 9% белковых веществ, от 1,5 до 2,5% жира и значитель-

ное количество клетчатки. Для отделения этих веществ от К. крахмальное молоко пускают на желоба с уклоном 0,003—0,005 и длиной ок. 30—40 м, причем более тяжелый К. садится на дно желоба, а жир, белковые вещества, клетчатка и часть мелкого К. как вещества более легкие уносятся водой и собираются в особые отстойники. Эти отходы кукурузно-крахмального производства являются материалом для приготовления весьма ценных кормов. Осажденный на желобах К. снимается с них или вручную или смывается водой. Дальнейшая очистка и рафинировка желобного К., содержащего еще некоторое количество белков и жира, может происходить различными способами. а) Желобной крахмал, содержащий ок. 50% воды, разводится водой и снова размывается на желобах. б) Желобной К. разводят водой и обрабатывают его на осадочных центрифугах. в) Желобной К. разводят и промывают его на целденфильтрах Вольфа. Иногда К. промывается слабым (0,1%-ным) раствором едкого натра, но это делается лишь для специальных целей. Сушка К. производится после обработки его на осушающих центрифугах. Системы сушилок м. б. различны. Чаще других применяются сушилки Ангеле. Высушенный крахмал охлаждается, просеивается на буратах и пакуются в мешки. Первые сорта кукурузного К. имеют в среднем следующий состав: влаги 12,0%, белка 0,5—0,6%, жира 0,05—0,08%, золы 0,16%. Все отходы кукурузно-крахмального производства—мезга, глютен—прессуются, сушатся, измельчаются и идут в продажу как корм для скота. На американских заводах как корм используется также и замочная вода, содержащая в себе много фосфорнокислых солей и белков. При хорошем оборудовании в среднем из абсолютно сухого вещества кукурузного зерна м. б. добыто ок. 58—60% К., ок. 32—34% кормовых отбросов и до 6% абсолютно сухого ростка, идущего на изготовление масла (см. *Масла растительные, кукурузное масло*). **Е. Литкенс.**

**К. рисовый.** Зерно риса, *Oryza sativa* (см. *Зерно*), состоит из 14% воды, 0,5% золы, 7,7% белковых веществ, 2,2% клетчатки, 75,2% безазотистых экстрактивных веществ и 0,4% жира. Несмотря на такое большое содержание К. и сравнительно незначительное количество белковых веществ в зерне риса, отделение К. от белкового зерна затруднительно. Это отделение основано на свойстве белков риса растворяться в щелочи (NaOH). Раствор щелока берется полупроцентный. Обычно на выработку К. пускают зерновой рисовый лом, скопляющийся на центральных базовых и транзитных складах. Чаны, употребляющиеся для размачивания зерна, имеют второе дырчатое дно, на которое насыщается зерно, предназначенное для размачивания. Щелок из чанов выпускают через краны, расположенные ниже дырчатого дна. Оставшееся в чанах разбухшее зерно пускают на вальцы и полученную кашку смешивают с небольшим количеством свежего щелока для лучшего растворения белков зерна. Промывку кашки ведут на ситах. Получают: а) крахмальн. молоко, к-рое пускают на рафинировку, и б) мезгу, к-рую исполь-

зуют на корм скоту. Очищен. сырой К. имеет несколько желтоватый оттенок, вследствие чего его перед сушкой часто отбеливают посредством  $SO_2$  или улучшают его цвет прибавлением ультрамарина (подсинька К.). К., получен. с центрифуг, формируют в глыбы и сушат в два приема: 1-й раз при  $t^\circ 30-40^\circ$  и 2-й раз при  $t^\circ 40-50^\circ$ . После первой сушки глыбы крахмала желтеют от выделения щелока, вследствие чего приходится глыбы оскребаать (очищать с поверхности). При дальнейшей досушке рисовый К. распадается на лучи и носит в торговле наименование лучистого К. Крахмал, разрезанный на пластины и досушенный на воздухе, известен в торговле как К. кусковой (или воздушный).

**К. тропические**, которые идут в Европу, известны под обобщающим наименованием *аррорут* (см.). Сюда относятся: а) вестиндский (настоящий) аррорут; б) тикуровая, тикоровая, тиковая мука, траванкурский К., или остиндский аррорут; в) квинслендский и ново-южно-уэльский аррорут; г) тайтйский аррорут; д) бразилианский аррорут (известный также под названиями тапюка, маниока, кассова).

**Применение К.** Применяют К. в различных видах промышленности. Так как крахмал обладает свойством при определенном химич. воздействии превращаться в декстрин и сахар, то большие количества К. употребляют: на переработку в декстрин, для целей винокурения, на изготовление *патюки* (см.). В больших количествах крахмал потребляют в пищевой промышленности в виде картофельной муки (молотый картофель), саго, тапюки, аррорута. Текстильная промышленность также является крупным потребителем К., пользуясь им для аппретирования тканей (см. *Аппретура текстильных изделий*). Парфюмерная промышленность потребляет К. при изготовлении различных пудр. В последнее время в большом количестве стали употреблять К. при изготовлении различных искусственных *пластических масс* (см.). Бумажная пром. потребляет также немалое количество К. для проклейки бумаги, в картонажном и переплетном деле (для изготовления клейстера) и пр. **Н. Раницкий.**

**Лит :** Шорыгин П., Химия углеводов и ее применение в промышленности. Москва—Л., 1927; его же, Успехи органической химии, М.—Л., 1928; Никитинский Я. Я., Производство крахмала—картофельного, пшеничного, маисового и рисового, Москва, 1899; Вонлярярский П. К., Картофельнокрахмальное производство и оборудование крахмальных заводов, Москва, 1927; Шустов А. Н., Крахмал, сахаристые вещества, Товароведение, под ред. проф. П. П. Петрова и Ф. В. Черевитинова, т. 4, М.—Л., 1929; Полярков А. И., Современный картофельнокрахмальный завод, Москва, 1920; Бобков П., Производство картофельного крахмала, Москва, 1925; его же, Методы приема и оценки картофеля по крахмалистости, М., 1928; Шустов А. Н., Кукурузно-крахмальная промышленность на Кавказе, «Пищевая промышленность», Москва, 1924; 10; ГОСТ 201—211; Рагов Е., Handbuch d. Stärke-Fabrikation, 2 Auflage, Berlin, 1928; Musspratt's theoretische, praktische und analytische Chemie, herausgegeben von F. Stohmann und B. Kerl, 4 Auflage, B. 4, Halbband 2, Gärungsgewerbe, Nahrung- und Genussmittel, Braunschweig, 1922; Blücher H., Plastische Massen, Leipzig, 1924; Bällmer, «Ztschr. für angew. Ch.», Leipzig, 1900; Ullm. Enz.

**Н. жёный**, см. *Декстрины и Аппретура текстильных изделий.*

**КРАХМАЛЬНЫЙ САХАР**, см. *Патока.*

**КРАШЕНИЕ** (текстильных материалов, бумаги, кожи, дерева и т. п.), совокупность физич. и химич. процессов, посредством которых волокнистые материалы без видимого изменения их физической структуры и внешней формы приобретают тот или иной цвет с достаточной для практик. целей степенью прочности по отношению к мытью водой и механической чистке. К. следует отличать от наружного окрашивания предметов (иногда тех же волокнистых материалов), при котором их покрывают слоем какого-либо цветного тела, удерживаемого на поверхности чисто механически. При К. волокнистые материалы обрабатывают водными растворами или (гораздо реже) водными суспензиями *красящих веществ* (см.), результатом чего является глубокое связывание волокна с окрашивающим веществом, настолько тесное, что даже под микроскопом невозможно различить границу между бесцветным волокном и красителем. Для крашения характерно не только применение растворов красящих веществ, но и «выбирание» их из раствора волокном с последующим образованием на волокне нерастворимых осадков, в к-рые вещество самого волокна может входить составной частью.

Многие методы К. естественными красителями были известны с глубокой древности (Китай, Египет, Индия). В средние века сведения по крашению проникли в Европу, но до 18 в. она оставалась чисто эмпирической. Однако уже в 18 в. некоторые естествоиспытатели во Франции начали заниматься процессами К. с научной стороны (Реомюр, Элло, Макер, Ле-Шилер-Аплины и др.). Еще больший толчок научному обоснованию процессов крашения дало развитие крупного мануфактурного производства, шедшее рука об руку с развитием научной химии. Крупное текстильное производство развилось сначала в Англии и Франции; в этих же странах появились и наиболее основательные научные описания методов крашения и печатания (Банкрофт, 1813 г.; Перро, 1846 г.; Давид, 1855 г.). До второй половины 19 в. красильная техника была ограничена применением естественных (растительных и животных) красителей и минеральных красок. Громадный переворот в этой области произвело появление синтетич. красящих веществ. Со времени развития производства искусственных красителей на швейцарских и особенно германских красочных ф-ках последние взяли на себя в значительной степени и разработку рецептуры К. Вместе с тем и самостоятельность красильных и ситцепечатных ф-к значительно поднялась: из грубо эмпирич. «искусства» К. сделалось одной из важных отраслей химич. технологии.

До войны 1914—18 гг. красочным рынком владели герман. и швейцарские ф-ки, бывшие монополистами в производстве красителей и сосредоточившие у себя разработку рецептуры К. В настоящее время в Америке, Англии, Франции, Чехо-Словакии, Италии и Японии имеется развитая красочная промышленность, перенимая у германской вместе со способами производства также и научную постановку методов К. В России первые сведения по К. появились еще в эпоху Московского княжества. Домашнее и кустарное К. льняных тканей и набивка их, распространившиеся от центра (Москвы) к периферии, не только пользовались старинными рецептами, но и выработали много оригинальных приемов. Крупные мануфактуры начали появляться в России со времени Петра I. С середины 19 в. возникло крупное ситценабивное производство в Московском, Владимирском (Иваново-Вознесенск) и Петербургском районах. С 80-х годов русские красильно-ситценабивные ф-ки по технич. совершенству не только не уступали заграничным, но во многих отношениях и превосходили их. Старинные приемы К. сохранились гл. обр. на востоке — в Туркестане и Закавказьи при кустарной окраске и набивке шелковых и хлопчатобумажных тканей.

В СССР фабричное красильно-ситценабивное производство со времени возобновления работы ф-к быстро поднялось на прежнюю высоту и за последние

годы дало много важных достижений. Промышленность СССР до сих пор еще в значительной мере пользуется ввозными красителями и получает рецептуру К. от заграничных красочных ф-к; но между текстильной и анилокрасочной промышленностью установлено тесное взаимодействие, и работа над усовершенствованием присмов и репентов К. ведется этими отраслями промышленности сообща. До войны герм. и швейц. фирмы доставляли красильным и ситцепечатным ф-кам очень большое число различных марок красителей. С развитием в СССР собственной красочной промышленности явилась необходимость сосредоточить производство синтетич. красителей на немногих объектах, укрупнив т. о. производство каждого из них и предоставив самим красильным комбинировать их для достижения того или иного оттенка. В 1924 г. Комиссией по восстановлению основного капитала красочной промышленности по соглашению с Всесоюзным текстильным синдикатом был выработан стандартный список в 147 красителей (вместо 2 000 марок, применявшихся до войны), который и лег в основу пятилетней программы анилокрасочной промышленности. В последнее время этот список пересматривается в целях дальнейшего сокращения.

**Техническая классификация красителей.** Чисто химическая классификация красящих веществ (см. *Красящие вещества синтетические*) не применима в технике К., так как отношение красителей к волокну обуславливается не строением их ядра, а либо их физич. свойствами либо характером имеющих в них «солеобразующих» групп. Последние два фактора в соединении со свойствами окрашиваемого волокна и обуславливают методы К. Исходя из этих методов, при К. приходится классифицировать красители по их отношению к волокну. Соответствующая техническая классификация красителей была разработана В. Г. Шапошниковым; ниже она приводится в несколько измененном виде.

**А. Растворимые в воде красители.** 1. Из них к красителям с цветными анионами относятся следующие. 1) **Кислотные красители**—цветные ароматич. сульфокислоты, карбоновые кислоты и псевдокислоты (нитрофенолы). Продажные продукты—в большинстве случаев щелочные или, реже, щелочноземельные соли этих к-т, обладающие, как и сами к-ты, высокой степенью дисперсности (молекулярно-дисперсные). Окрашивают животные волокна из кислой ванны в присутствии глауберовой соли при нагревании; растительного волокна они не окрашивают. 2) **Субстантивные для хлопка красители** (соляные и диаминовые)—тоже б. ч. щелочные соли сульфокислот, обладающие низкой степенью дисперсности (дающие коллоидальные растворы). В отношении к животному волокну они ничем не отличаются от кислотных красителей, но растительные волокна способны окрашивать непосредственно из слабощелочных ванн с прибавкой нейтральных минеральных солей (глауберовой, поваренной). 3) **Протравные красители**—фенолы или фенолкарбоновые к-ты, применяемые либо в свободном виде (трудно растворимые в воде), либо в виде щелочных солей, либо в виде бисульфитных соединений (в воде хорошо растворимых). Они заключают по крайней мере один гидроксил в *о*-положении к хромофору или к карбоксильной группе, чаще же кроме того—и второй гидроксил в *о*- или периположении к первому. Окрашивают как растительные, так и животные волокна, «протравленные» окислами Al, Cr, Fe, Cu и т. п.,

образуя с последними на волокне нерастворимые лаки. Анионы этих красителей часто очень слабо окрашены; полный цвет развивается только при лакообразовании. В зависимости от металла протравы цвет лаков этих красителей бывает различный. Без протрав они либо вовсе не окрашивают волокна либо дают слабые и практически непрочные окраски. 4) Хромировочные красители по строению соединяют в себе отличительные признаки кислотных и протравных красителей, т. е. являются щелочными солями сульфокислот и в то же время имеют по крайней мере один гидроксил (или вместо него аминогруппу) в о-положении к хромофору или карбоксилу. Способны окрашивать животные волокна так же, как и кислотные красители, но при последующей обработке протравами или при К. предварительно протравленного животного волокна дают более прочные, а иногда и более глубокие окраски. II. К красителям с цветными катионами относятся основные красители. Продажная форма—минеральные кислоты, реже щавелево-кислые соли органических оснований, иногда двойные соли с хлористым цинком. Окрашивают животные волокна из нейтральной или слабокислой ванны без протрав. Растительные волокна окрашивают лишь по кислым протравам—дубильносурьмяной или дубильножелезной соли или полисульфидам фенолов (катанолу, закрепителю Т и т. п.).

Б. Нерастворимые в воде красители, имеющие индифферентный характер и образуемые на самом волокне. I. Из них к красителям, образуемым на волокне при помощи реакций окисления, относятся следующие. 1) Кубовые красители, получаемые на животных и растительных волокнах окислением воздухом их лейкосоединений, имеющих фенольный характер. 2) Сернистые красители, растворяющиеся в растворе сернистого натрия, переходя при этом в лейкосоединения, имеющего характер тиофенолов. На волокне регенерируются из этих лейкосоединений окислением воздухом. 3) Черный анили и его аналоги, получаемые окислением на растительном (черный анилин) или на животном (урсолы) волокне при помощи окислителей (хлорноватокислых солей, хромпика, перекиси водорода и т. п.). II. К красителям, образующимся на волокне при других химических реакциях, относятся: 1) ледяные, или холодные, красители, нерастворимые азокрасители, не заключающие сульфогрупп; получают на волокне сочетанием различных азо- и диазосоединений на холоду; 2) минеральные краски, образуемые непосредственно на волокне путем обменного разложения соответствующих солей.

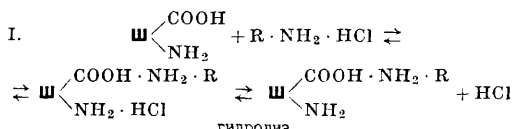
В. Красители, легко растворяющиеся в органических растворителях, но трудно растворимые в воде, красители для ацетатного искусственно шелка. Выбираются волокон этого шелка из водных суспензий, растворяясь в веществе волокна. Большею частью хорошо растворимы в органических растворителях, в частности в сложных эфирах жирных к-т.

Кроме этой основной технич. классификации иногда применяется деление красителей на субстантивные, т. е. окрашивающие волокно непосредственно, и адъективные, окрашивающие лишь с помощью металлич. или кислых протрав (протравные, хромировочные и основные). Изредка пользуются также устарелым делением красителей на «моногогенетические» (дающие всегда один и тот же оттенок окраски) и «полигенетические» (меняющие цвет в зависимости от протравы). Надо заметить, что в строгом смысле слова моногогенетич. красителей почти не существует, ибо большинство красителей меняет, хотя иногда и в ничтожной степени, свой оттенок в зависимости от волокна и условий К.

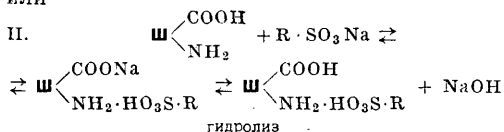
**Теория К.** С самого начала научного исследования процессов К. резко выявились два взаимно противоположных взгляда, которые и до сих пор еще не приведены к согласованию. Одни исследователи смотрели на окрашенное волокно как на химич. соединение и следовательно на процесс К. как на химич. реакцию, другие склонны были сводить К. к явлениям чисто физическим. Такое разпоречие вполне объяснимо, если принять во внимание, что как окрашиваемые волокнистые материалы, так и самые красители разнообразны по химич. составу и по физическ. свойствам. Волокнистые материалы животного происхождения состоят из альбуминоидов—веществ с определенным (хотя и слабо выраженным) амфотерным характером; главной же составной частью растительных и большинства искусственных волокон является целлюлоза—вещество спиртового, т. е. в обычном представлении нейтрального характера; ацетатный искусственный шелк состоит из ацетилцеллюлозы—вполне нейтрального сложного эфира. С другой стороны, и красители принадлежат к самым разнообразным химич. группам и обнаруживают различные физич. свойства: одни хорошо растворимы в воде, другие—не обнаруживают кристаллич. структуры и дают только коллоидные растворы и т. д. Сообразно этому и приемы и условия К. бывают весьма разнообразны, и универсальной теории К., общей для всех волокон и красителей, до сих пор еще не имеется.

Настоящее К. отличается от поверхностного окрашивания тем, что 1) красители «выбираются» волокон из водного раствора и 2) обработка волокна производится именно водными растворами или в очень редких случаях суспензиями. В результате на волокне получается нерастворимая или мало растворимая в воде (не смывающаяся) окраска. Правда, среди красителей имеются большие группы веществ, нерастворимых в воде (напр. индиго и другие кубовые, сернистые красители, черный анилин, ледяные красители), однако этим веществам скорее подходит наименование «пигменты»; красителями же в строгом смысле слова являются продукты их химич. изменения, растворимые в воде, либо те вещества, тоже растворимые, из которых эти цветные тела образуются на волокне при помощи химич. реакции. К той же категории веществ следует отнести и лаки протравных красителей (см. ниже).

Во всех последних случаях волокном усваиваются из водных растворов бесцветные вещества (протравы, лейкосоединения и компоненты), дающие при химических реакциях на волокне цветные тела. Все красители и вообще растворимые в воде вещества, усваиваемые волокном, являются либо солями (б. ч. солянокислыми) органич. оснований либо солями ароматич. сульфокислот, карбоновых к-т или фенолов (натриевыми, кальциевыми или аммониевыми); исключение составляют лишь немногие вещества фенольного характера (пикриновая к-та, ализарин), применяющиеся в К. не в виде солей, а в виде свободных фенолов, достаточно растворимых в воде для практич. целей. Так, обр. кроме разделения красителей на растворимые в воде и нерастворимые можно разделить их на основные (соли органических оснований) и кислотные (соли органич. к-т, сульфокислот или фенолов). Так как, с другой стороны, исследование веществ животных волокон—кератина шерсти, фиброина шелка—показало, что они обладают амфотерным характером, заключая в своей молекуле группы  $-\text{NH}_2$  и  $-\text{COOH}$ , а также группы  $-\text{NH}\cdot\text{CO}-$ , способные переходить в свободные амино- и карбокси-группы при гидролизе, то первым, наиболее вероятным объяснением явлений К. этих волокон было допущение реакций солеобразования между основанием красителя и карбоксилатами альбуминоидов или соответственно между кислотой красителя и аминогруппами кератина или фиброина:



или



где Ш—альбуминоид шерсти или шелка. Это и было отправным пунктом химич. теории К., или теории солеобразования и между волокном и красителем. Теория эта была подкреплена следующими фактами: 1) в обесцвеченном и доведенном до щелочной реакции растворе фуксина (карбинольного основания его) шерсть при нагревании окрашивается в красный цвет, свойственный солям розанилина (Жакмен); 2) в сильно подкисленном (т. е. содержащем свободную сульфокислоту) фиолетовом растворе метанилового желтого шерсть при кипячении окрашивается в желтый цвет, свойственный солям этой сульфокислоты (Нецкий); 3) при крашении основными красителями животных волокон и танированного хлопка—на волокно переходит лишь основание красителя (катион), анион же остается в ванне (Кнехт); 4) из растворов кислотных и субстантивных красителей животное волокно выбирает лишь анионы (Кнехт, К. Майер, Порай-Кошиц), катионы же остаются в ванне; 5) при полном насыщении животных волокон кис-

лотными и субстантивными красителями анионы последних закрепляются на волокне в количествах, пропорциональных их химическим эквивалентам; для большинства красителей количество это равно 0,00083 г-эквивалента на 1 г шерсти и от 0,0002 до 0,00024 г-эквивалента на 1 г шелка; точно такие же количества свободных кислот (серной, соляной) выбираются волокном из растворов (К. Майер, Порай-Кошиц); 6) с аминокислотами основные красители образуют нерастворимые комплексные соли, в состав которых входит лишь катион красителя и которые строго отвечают стехиометрическим отношениям (Пфейффер).

Наряду с химич. теорией были высказаны и другие предположения о сущности процессов К. животных волокон. Так, О. Витт, основываясь на том факте, что фуксин, выбранный шерстью или шелком из водн. раствора, может быть снова извлечен из волокна спиртом, высказал взгляд на К. как на образование твердых растворов красителей в волокне. Красители, будучи растворимы в альбуминоидах волокна больше, чем в воде, извлекаются волокном из водного раствора, но спирт, в котором красители еще больше растворимы, экстрагирует их из волокна. С этой точки зрения явления К. и смывания—не что иное как распределение красителя между двумя растворителями: твердым (волокном) и жидким (водой или спиртом). Если это так, то К., как и всякое распределение, должно подчиняться закону Анри (Henry), по к-рому отношение концентраций растворенного вещества в обоих растворителях (т. н. коэфт. распределения, К) является величиной постоянной:

$$C_f : C_w = K, \quad (1)$$

где  $C_f$ —концентрация красителя на волокне, а  $C_w$ —в ванне. При экспериментальной проверке оказалось однако, что это ур-е справедливо лишь для случаев К. ацетатного шелка, К. же животных и растительных волокон правилу Анри не подчиняется. Т. о. наиболее вероятно, что закрепление основных красителей на животном волокне и на протравленном кислыми протравами хлопке, а также и закрепление кислотных и субстантивных красителей на животном волокне связано в конечном счете образованием солей между волокном и катионом или анионом красителя. Какого рода эти соли, пока еще не выяснено; возможно, что они имеют характер комплексных солей, тем более что и самые красители в настоящее время часто рассматриваются как комплексные соли (см. *Красящие вещества синтетические*). Однако многие исследователи полагают, что в названных случаях К. солеобразованию предшествует растворение красителя в волокне (К. Майер) или адсорбция его волокном (Ругли, Ауербах, Георгиевич). Георгиевичем найдено, что многие процессы К. животных волокон протекают по закону адсорбции (см. ниже).

Что касается теории крашения растительных (целлюлозных) волокон, то еще при возникновении химическ. теории К. последнюю пытались расширить, допустив солеобразные соединения между целлюлозой и краси-

телями; однако ближайшее изучение строения и свойств целлюлозы показало, что, будучи сложным углеводом (т. е. альдегидоспиртом), целлюлоза не имеет ни кислых ни основных свойств, к-рые могли бы обуславливать солеобразование в обычном смысле слова. К тому же оказалось, что ни основные ни кислотные красители не окрашивают целлюлозного волокна с той степенью интенсивности и прочности, которая свойственна настоящей окраске. В 1884 году Беттигером был получен *конго красный* (см.)—первый краситель, обладавший ясно выраженным сродством к хлопку, закреплявшийся на нем достаточно прочно и дававший интенсивную красную окраску. За ним последовал ряд других красителей подобного же рода, получивших название *субстантивных* для хлопка красителей. В дальнейшем оказалось, что эти красители, будучи такими же натриевыми солями ароматич. сульфокислот, как и кислотные красители, и закрепляясь на живых волокнах так же, как и последние, т. е. отдавая им лишь анион,—на растительные волокна переходят целиком в виде натриевых солей. Кроме того все эти красители—соединения с большим мол. в., не кристаллизующиеся и дающие не молекулярно-дисперсные, а коллоидальные растворы. При ближайшем исследовании (Георгиевич, Галлер, Ауербах и другие) было найдено, что при крашении хлопка субстантивными красителями волокно выбирает из ванны не весь краситель, но последний распределяется между волокном и водой; тем не менее это распределение большей частью не отвечает закону Анри [уравнение (1)], но следует довольно точно уравнению Фрейндлиха для адсорбции:

$$C_f = K \cdot C_a^{\frac{1}{n}}, \quad (2)$$

т. е. увеличение концентрации красителя на волокне несколько отстает от увеличения концентрации в ванне. Показатель  $n$  всегда больше единицы, но меньше двух. При  $n=1$  уравнение адсорбции обрабатывается в уравнение Анри, т. е. наступает растворение красящего вещества в волокне. Это наблюдается и в отдельных случаях субстантивного К. хлопка и в большинстве случаев К. апапетного искусственного шелка специфическими красителями (см. выше).

В последнее время и образование твердых растворов и явления адсорбции склонны приписывать проявлению остаточных средств тех молекул, за счет к-рых образуются молекулярные соединения. Молекула целлюлозы представляет собою, по современным воззрениям, длинную цепь связанных между собою остатков полиглюкоз, где каждая гидроксильная группа должна обладать нек-рым остаточным сродством. Средства эти, суммируясь, дают в итоге силу притяжения, способную связать средство какой-либо др. молекулы с такого же типа остаточным сродством. Но субстантивн. красители с своей стороны все имеют тоже длинную цепь метиновых групп с конъюгированными двойными связями (см. *Красящие вещества синтетические*, теория цветности Кенига), дающими в сумме значительный заряд, вызывающий лабиль-

ное молекулярное соединение красителя с целлюлозой, подобное соединениям каково-либо вещества с ассоциирующимся растворителем. Примем теперь во внимание, с одной стороны, мицеллярную структуру целлюлозных волокон, а с другой—различную степень дисперсности красителей. Если степень дисперсности красителя достаточно велика (напр. если он находится в растворе в молекулярно-дисперсном состоянии), то молекулы его вместе с водой могут проникать не только в междумицеллярные, но и междумолекулярные промежутки целлюлозы. Если при этом краситель обладает сродством, достаточным для образования молекулярного соединения с целлюлозой, то показатель  $n$  в ф-ле (2) равен единице, и мы имеем твердый раствор. При меньшей степени дисперсности красителя (порядка коллоидных размеров) он может проникать только в междумицеллярные пространства, и мы имеем молекулярные соединения целлюлозы с красителем не по всей толще волокна, а только по его внешней и внутренней (междумицеллярной) поверхности—в его порах; это будет случай обычной адсорбции. Обычно краситель в растворе состоит из частиц различной степени дисперсности: одни из них растворяются в волокне, другие адсорбируются внутренней и внешней поверхностью его, третьи же, слипком крупные,—только внешней. От соотношения между количествами частиц той или иной категории зависит показатель степени  $n$  и следовательно большее или меньшее отставание концентрации на волокне от концентрации в ванне (Галлер).

При К. имеет важное значение  $t^\circ$  ванны. Одни субстантивные красители лучше всего выбираются волокном хлопка на-кипу, другие при умеренной  $t^\circ$  (50—60°). Первые принадлежат к наиболее ассоциированным красителям и на холоду неспособны проникать даже в междумицеллярные пространства, адсорбируясь только внешней поверхностью волокна. Для того чтобы красители проникли между мицеллами, необходимо применять усиленное нагревание, чем достигается, с одной стороны, частичное «пептизирование» красителя, т. е. уменьшение размеров его частиц, а с другой,—усиленное набухание хлопка, увеличивающее междумицеллярные промежутки. Наряду с адсорбцией некоторыми исследователями в качестве причины закрепления субстантивных красителей на растительном волокне выдвигается *коагуляция* (см.)—укрупнение частиц красителя на внешней и внутренней поверхностях волокна, вызываемое сближением адсорбируемых частиц красителя: этим вызывается закрепление окраски, т. к. более ассоциированные (менее дисперсные) частицы менее растворимы в воде. Поэтому многие субстантивные окраски вполне стойки к промывке холодной водой, при промывке же горячей водой, особенно при кипячении, сложные частицы в большей или меньшей степени распадаются, пептизируются и растворяются. Еще большее пептизирующее действие оказывают щелочи, даже раствор мыла. Вследствие этого субстантивные красители, вообще говоря, мало прочны по отношению к горячим мыльным растворам (при стирке).

Т. о. субстантивное К. растительного волокна сводится: 1) к адсорбции красителя из водного раствора клетчаткой (явленно обратимому) и 2) коагуляции красителя на волокне, делающей процесс К. необратимым или обратимым лишь в малой степени. Но в таком случае возникает вопрос, не те же ли самые причины обуславливают и К. животных волокон, являющихся, как и клетчатка, коллоидами мицеллярного строения. Такое обобщение теоретических представлений о К. делалось многими исследователями (Георгиевич, Галлер, Банкрофт). Очень возможно, что в первой стадии К. явления адсорбции и даже коагуляции имеют место и на животном волокне. В случае красителей кристаллических (дающих молекулярно-дисперсные растворы) может происходить также и простое растворение красителя как такового в веществе волокна. Но все вышеприведенные факты (особенно тот, что одни и те же субстантивные красители переходят на хлопок целиком в виде солей, а шерсти и шелку отдают лишь свои анионы) говорят за то, что закрепление основных и кислотных красителей на животном волокне основано на солеобразовании.

Обратимся теперь к нерастворимым в воде красителям. Известно, что многие нерастворимые в воде тела (сажа, мука, краски) выбираются волокном при механич. обработке его суспензиями этих тел в воде, причем, чем мельче раздроблены эти вещества (например обработкой в коллоидных мельницах), тем лучше они выбираются и прочнее закрепляются. Это явление еще мало исследовано; возможно, что причиной этого процесса являются, с одной стороны, набухание волокон, расширяющее междумицеллярные промежутки, а с другой—некоторая пептизация нерастворимых веществ, дающая им возможность проникать в эти промежутки и закрепляться там вследствие коагуляции, т. е. явления, которые аналогичны происходящим при субстантивном К. хлопка. Однако, поскольку дело идет о настоящих красителях, таким поглощением нельзя получить обычной окраски. Так например мелко раздробленное индиго, поглощенное волокном из водной суспензии, дает лишь бледную синевато-серую окраску; чтобы получить обычную глубокосинюю окраску, надо обработать индиго на волокне теми химич. реактивами, к-рые применяют при обычном крашении. М. А. Ильинский, основываясь на способности волокон поглощать нерастворимые красители из суспензий, разработал особый способ К., называемый адсорбционным крашением, состоящий в обработке волокон суспензиями с последующим закреплением красителя путем запарки или обработки химич. реактивами. Обычные же методы К. нерастворимыми красителями состоят в том, что либо их образуют на самом волокне из соответствующих растворимых в воде веществ при помощи химич. реакции либо сначала превращают их в вещества, растворимые в воде, и после обработки такими растворами волокон регенерируют на волокне нерастворимые красители соответствующей химич. обработкой. Из нерастворимых в воде красителей для

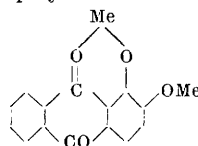
животных волокон применяются только кубовые. Щелочными восстановителями они переводятся в щелочные соли своих лейкосоединений, имеющих фенольный характер. Из этих растворов животные волокна выбирают только свободные фенолы, растительные же волокна—целиком натриевые соли их (Порай-Кошиц, Шпак и Дворкина). Следовательно первая стадия К. этими красителями при соответствующей дисперсности лейкосоединений вполне сходна с К. кислотными или субстантивными красителями. Вторая же стадия—закрепление—производится окислением лейкосоединений на волокне в нерастворимые красители кислородом воздуха. Сернистые красители тоже восстанавливаются (сернистым натрием) в натриевые соли лейкосоединений. Вследствие большей щелочности ванны они применяются только для растительных волокон, на к-рых закрепляются совершенно так же, как кубовые, т. е. из раствора выбираются волокном натриевые соли их лейкосоединений, имеющие субстантивный характер, к-рые затем окисляются на волокне кислородом воздуха в нерастворимые красители. Несомненно иначе обстоит дело с черным анилином. В состав ванны входят исключительно кристаллические вещества с небольшим мол. весом (солянокислый анилин и минеральные соли—окислитель и переноситель кислорода), т. е. вещества молекулярно-дисперсные, которые из водных растворов не выбираются совершенно (В. Г. Шапошников и В. И. Минаев) и повидимому диффундируют через волокно так же свободно, как вода. Следовательно в волокно эти вещества проникают исключительно вместе с водою, и концентрация их в ванне не меняется, а на волокне она пропорциональна количеству впитанной волокном воды и концентрации ванны. При промывке достаточным количеством воды вещества эти м. б. нацело вымыты из волокна. Но при нагревании (запаривании) волокна, пропитанного этим раствором, происходит окисление солянокислого анилина в черное нерастворимое в воде вещество, к-рое распределяется в волокне равномерно (всюду, где находился водный раствор) и т. о. прочно закрепляется в нем. В этом случае закрепление тоже основано на химич. реакции окисления, но первоначального выбора волокон исходных материалов из раствора не происходит. Для шерсти черноанилиновое К. является практически непригодным вследствие восстановительных свойств шерсти, препятствующих окислению анилиновой соли на волокне.

Из других способов К. следует остановиться на холодном («ледяном») К. хлопка и на К. нек-рыми минеральными красками. При ледяном К. хлопчатобумажное волокно пропитывают раствором соли какого-либо амина или фенола (напр. хризоидина или нафтолата натрия), а затем пропускают на раствор диазосоединения. При химич. реакции между этими двумя компонентами на волокне образуется нерастворимый в воде азокраситель. Т. о. и здесь закрепление основано на химич. реакции. Что касается первой стадии пропитки волокна «азокомпонентом», то повидимому здесь происхо-

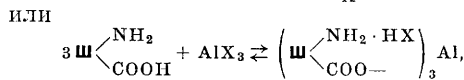
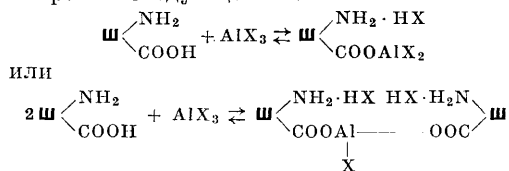
дит выборание этого компонента волокон из раствора, следующее ур-ию (2) адсорбции. При этом нек-рые азокомпоненты (хризондин,  $\beta$ -нафтолят) совсем не закрепляются сами по себе на волокне и м. б. нацело с него смыты, другие же (например щелочные растворы арилидов 2, 3-оксинафтойной кислоты—нафтолы AS) усваиваются волоконнаподобие субстантивных красителей, т. е. вероятно коагулируют на нем, уменьшая степень своей дисперсности, а следовательно и растворимость. Нек-рые минеральные краски, нерастворимые в воде (хромовокислый свинец—крон, берлинская лазурь, гидраты перекиси марганца и т. п.), также применяются для К. волокон. Их образуют на волокне, пропитывая его последовательно растворами двух солей, дающих краску при химич. взаимодействии. Эти процессы крашения, поскольку они применяются к растительному волокну, аналогичны образованию черного анилина, с той лишь разницей, что процесс закрепления здесь основан не на окислении, а на реакции обменного разложения, дающей в результате нерастворимый осадок на волокне. Тем не менее следует отметить, что не все нерастворимые соли, образованные на волокне обменным разложением, закрепляются на нем прочно: напр. осадок сернокислого бария, образованный на волокне взаимодействием  $BaCl_2$  и  $Na_2SO_4$ , легко вымывается или вычищается с волокна механически. Возможно, что для закрепления нерастворимых минеральных осадков на волокне необходимо какое-то особое «средство» их к последнему, но природа этого средства еще неизвестна. Можно допустить, что это специфическое свойство закрепляющихся на волокне осадков заключается в способности их образовать с волоконном молекулярные соединения комплексного характера. Что касается К. животного волокна минеральными красителями, то окончательное закрепление их сводится к той же реакции обменного разложения, но при пропитке волокна растворами компонентов возможны и реакции солеобразования между амфотерным волоконном и анионом или соответственно катионом компонента.

Протравные красители (см. выше) как вещества слабосилового характера могли бы давать солеобразные соединения с животным волоконном и т. о. закрепляться на последнем подобно кислотным красителям; однако получаемые таким способом окраски непрочны и недостаточны ярки по оттенкам. Крашение этими красителями заключается в образовании лаков (см. Лаки красильные) на растительном или животном волоконне, предварительно протравленном окислами Cr, Al или Fe (иногда Sn, Ca, Cu, Co, Ni). Лаки могут быть получены из протравных красителей не только на волоконне, но и в отдельности; в последнем случае они употребляются в качестве красок для масляной и акварельной живописи. Исследованиями Л. Чугаева и А. Вернера, а в последнее время Моргана и Смита установлено, что лаки протравных красителей являются внутренними комплексными солями последних с металлом протравы; они образуются за счет остаточных средств металла и

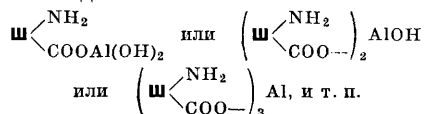
того атома (например кислорода или азота), к-рый входит в состав хромофорной группы красителя. Таким образом строение например ализаринового лака можно выразить следующей формулой



Из изложенного видно, что протравные красители при К. закрепляются собственно не на волоконне, а на тех нерастворимых окислах металлов, которые каким-либо способом уже фиксированы волоконном. Для протравления ж и в о т н ы х волокон их кипятят обычно в растворе соли окиси железа или алюминия, например  $Al_2(SO_4)_3$  или  $Fe_2(SO_4)_3$ ; на волоконне фиксируется катион этой соли, тогда как анион остается в ванне. Процесс этот, как можно видеть, совершенно аналогичен К. основными красителями, и надо полагать, что адсорбируемая вначале волоконном соль вступает затем с ним в ионную реакцию, напр. по следующей схеме



а затем вследствие гидролиза могут образоваться соединения:



В разных случаях в зависимости от условий обработки могут получаться различные соединения или их смеси; весьма вероятно также, что изображенные выше солеобразные производные волокон построены по типу комплексных соединений. Для протравления шерсти применяется большей частью обработка подкисленным раствором хромпика; шерсть, обладающая восстановительными свойствами, раскисляет хромпик до соли окиси хрома, и в дальнейшем процесс идет так же, как и с солями Al или Fe. Солеобразное соединение металла с веществом волокна при обработке раствором протравного красителя образует лак, который в зависимости от условий обработки м. б. либо совершенно обособлен от вещества волокна либо связан за счет одних своих валентностей с красителем, а за счет других—с шерстью.

Совершенно иначе происходит протравление растительного волокна окислами металлов. Для этого применяются растворы о с н о в н ы х с о л е й, обладающих ясно выраженным коллоидным характером и способностью коагулировать (особенно в присутствии пористых тел) с одновременным гидролизом и образованием еще более основ-



ных солей или гидратов окислов металлов. При кипячении хлопка в растворе основной соли, например  $Al_2(O_2COCH_3)_2 \cdot OH$ , волокно адсорбирует эту соль так же, как любой субстантивный краситель, но затем эта соль гидролизует в большей или меньшей степени и коагулирует, так что в конце концов на волокне получается нерастворимый осадок либо  $[Al(OH)_3]_x$  либо какой-либо сильно основной соли  $[Al_2(OH)_n(OCOCH_3)_{3-n}]_x$ . Другой способ закрепления металлич. протрав на растительном волокне состоит в образовании на нем нерастворимой соли протравного металла с какой-либо жирной кислотой—чаще всего *ализариновым маслом* (см.). Волокно пропитывают раствором натриевой или аммониевой соли жирной к-ты, а затем после сушки, при к-рой эта к-та полимеризуется и несколько закрепляется на волокне, пропускают на р-створ основной соли протравного металла, чаще всего Al. Образующаяся на волокне основная жирнокислая соль Al нерастворима в воде и служит протравой для красителей. В дальнейшем при K. идет лакообразование так же, как и на шерсти, но целлюлоза хлопка в образовании лаков не участвует. Под микроскопом хлопок, окрашенный напр. ализарином по алюминиевой протраве, обнаруживает ясно видимые зерна или кристаллы лака, отложенные на волокне (В. И. Минаев).

Остается еще рассмотреть K. растительного волокна основными красителями. Целлюлоза не способна образовывать соли с основаниями красителей, а потому основные красители чистую целлюлозу, вообще говоря, не окрашивают (если они не имеют коллоидных свойств и не приближаются таким образом к субстантивному для хлопка красителям). Окрашивание растительного волокна основными красителями может произойти лишь в том случае, если волокно каким-либо способом придать кислые свойства. Действительно, «перебеленное» волокно, т. е. содержащее много оксигеллюлозы, в большей или меньшей степени окрашивается основными красителями. Для придания растительному волокну кислых свойств употребляют кислые протравы: танин и катанол или закрепитель Т (см. *Диоксидифенилсульфид*), образующие с основаниями красителей труднорастворимые в воде соли. При погружении хлопка в теплый водный раствор танина последний выбирается волокном из ванны до наступления равновесия между танином, находящимся в ванне, и танином на волокне. Это—типичное, наиболее чисто проходящее явление адсорбции, точно следующее ур-ию (2). Однако танин в отличие от субстантивных красителей не закрепляется на волокне и достаточным количеством воды может быть извлечен оттуда. Если насыщенное танином волокно погрузить в раствор основного красителя, то на волокне происходит взаимодействие между этими веществами и осаждается труднорастворимая дубильнокислая соль основания красителя, причем волокно окрашивается ею как пигментом. Однако окрашивание это непрочное, так как дубильнокислая соль: 1) несколько растворима в воде, 2) растворима в избытке тани-

на и 3) легко разрушается даже слабыми кислотами, напр. уксусной. Для того чтобы закрепить и танин и краситель на волокне, применяют следующий прием: пропитав хлопок раствором танина, пропускают его на раствор какой-либо соли окиси сурьмы (чаще всего—рвотного камня). При этом на волокне образуется совершенно нерастворимая и очень прочная дубильносурьмяная соль, имеющая (по А. А. Санину) состав  $(RCOO)_2SbOH$ . По всей вероятности соль эта имеет комплексный характер подобно лакам протравных красителей, так что танин здесь как бы играет роль бесцветного протравного красителя. Соль эта по составу основная, но вследствие амфотерного характера окиси сурьмы обладает настолько заметными кислыми свойствами, что дает прочные нерастворимые соли с основаниями красителей. Т. о. т а н и н и р о в а н н о е растительное волокно после закрепления рвотным камнем как бы приобретает кислотные свойства и его можно красить так же, как шерсть или шелк. Другим способом придания кислых свойств растительному волокну является обработка его катанолом или закрепителем Т, после чего волокно пропускают на слабую уксусную к-ту, чтобы осадить свободный катанол из натриевой соли, и наконец на раствор основного красителя. На волокне образуется нерастворимая соль основания красителя с катанолом, достаточно прочно закрепляющаяся без всякой вспомогательной обработки солями металлов. В обоих этих случаях основным красителем окрашивается собственно не волокно, а осажденная на нем «кислая протрава» (дубильносурьмяная соль или катанол). С другими методами K., напр. с протравным, кубовым или ледяным, этот способ сходен в том отношении, что волокном поглощается из раствора бесцветное вещество, к-рое затем благодаря химич. реакции превращается в нерастворимый осадок, прочно закрепляющийся на волокне.

Несмотря на все многообразие приемов K. и на различия в свойствах красителей, протрав и волокон, во всех процессах протравления и K. можно найти нечто общее: всюду в первую очередь идет выборание волокном определенных веществ из водного раствора (исключение—только черноанилиновый плюс). Это выборание основано либо на растворении примененного вещества в веществе волокна либо на адсорбции его волокном. Далее следует вторая фаза крашения, или протравления: закрепление выбранного вещества на волокне в нерастворимом виде. Здесь возможно большее разнообразие физико-химич. процессов; закрепление м. б. основано: 1) на химич. реакции с участием в ней самого волокна (напр. крашение животных волокон кислотными, основными, субстантивными красителями, протравление их металлич. протравами); 2) на химической реакции без участия волокна, но с участием нового реагента, наносимого на волокно (закрепление танина и катанола на хлопке, ализаринового масла солью алюминия, окисление лейкосоединений кубовых и сернистых красителей кислородом воздуха, холодное крашение, черноанилиновое K., осажде-

минеральных красок); 3) на коагуляции коллоида, выбранного волокном из раствора (субстантивное К. хлопка, протравление хлопка основными солями металлов без ализаринового масла). Наконец в некоторых отдельных случаях имеет место третья фаза К.: химич. реакция между веществом, уже закрепленным на волокне, и новым реагентом, выбираемым им из нового раствора (К. по металлич. протравам протравными красителями, К. хлопка основными красителями по танниновой или катаноловой протраве, последующие обработки готовых окрасок для их упрочнения и пр.). Однако если даже химич. реакция закрепления красителя или протравы совершается без участия самого волокна как реагента, то все же последнее пропитывается раствором нового реагента, причем в большинстве случаев происходит выбирание этого реагента волокном из раствора, т. е. растворение его в веществе волокна или адсорбция его волокном раньше, чем совершается химическая реакция между ним и веществом, которое было ранее усвоено волокном.

#### А. Порай-Кошиц.

**К. кислотными красителями.** К кислотным красителям принадлежат сульфокислоты антрахинонов (например ализарин-сафирил, ализарин-рубинол и друг.), сульфокислоты индиго (индиго-кармин), нек-рые нитрозосоединения (нафтоловый зеленый), нитрокрасители (нафтоловый желтый S), пиразолоновые (тартразин, светопрочный желтый), сульфированные окси- и аминоазокрасители (пунцовый 2R, амидосиний GGR, анил-шерсточерный АТ4В и др.), сульфокислоты азинов, оксазинов, тиразинов, фуксоновых (гвинея зеленый, кислотный фуксин, патентованный синий), фталены (эозин) и сульфированные тиазоловые красители. Кислотными эти красители называют потому, что при крашении ими животных волокнистых материалов (шерсти, шелка) на них фиксируется «кислота красителя»—анион красителя, а в красильной ванне остается катион (в данном случае Na- или Ca-ион). Кислотные красители обладают в большинстве случаев высокой степенью дисперсности и способностью окрашивать в кислой, а в некоторых случаях в нейтральной ванне лишь животные волокнистые материалы (шерсть, шелк). Растительных волокон, содержащих целлюлозу (напр. волокон хлопка, льна и искусственного шелка), они не окрашивают.

Крашение кислотными красителями шерсти. При обработке шерсти горячими или кипящими «нейтральными» водными растворами красителя происходит выделение едкого натра (см. выше, Теория крашения, ст. 485, реакция II), к-рый может направить реакцию в обратную сторону и замедлить К.; для связывания едкого натра необходимо прибавление кислот (серной, уксусной, муравьиной) или аммонийных солей (уксуснокислого аммония и др.). Выбор обуславливается степенью диссоциации «кислоты красителя» и «эгализационной» его способностью. Для красителей, хорошо эгализирующих (ровноокрашивающих), применяют сильно диссоциированные кислоты (серную, муравьиную), для средне эгализирующих— смесь к-т сильно и слабо диссоциированных

(серной и уксусной) и наконец для плохо эгализирующих— мало диссоциированные к-ты (уксусную), аммонийные соли (уксуснокислый аммоний) или же К. производят в нейтральной ванне, содержащей одну лишь глауберову соль. Для регулирования действия к-т красильная ванна должна содержать еще нейтральные соли (глауберову, поваренную и др.), к-рые, уменьшая концентрацию водородных ионов кислот (серной, муравьиной и уксусной), способствуют равномерному выбиранию и закреплению кисл. красителей шерстяным волокном, а следовательно получению ровной окраски. Такими же факторами, регулирующими скорость выбирания и закрепления кисл. красителей, являются продолжительность и  $t^{\circ}$  К., причем оптимальной  $t^{\circ}$  закрепления кисл. красителей является  $t^{\circ}_{кип.}$  красильного раствора. Для некоторых кисл. красителей этой оптимальной  $t^{\circ}$  является 92—95° (П. Левинский). Практика К. выработала соотношения между количеством кислот и солей, прибавляемых в красильную ванну, причем количество применяемой к-ты превышает количество ее, необходимое для выделения аниона «кислоты красителя» и соединения с катионом его. Однако слишком большое количество к-ты мешает полноте выбирания красителя волокном (Форт), т. к. анион кислоты в этом случае «конкурирует» с анионом красителя. Отношение веса красильного раствора к весу окрашиваемого волокнистого материала—д л и н а в а н н ы—колеблется в пределах от 10:1 до 40:1 в зависимости от применяемых красильных аппаратов (улаковочной, насадочной, подвесной систем). Красильная ванна содержит (в зависимости от особенностей красителя и окрашиваемой шерсти и требуемой интенсивности окраски) до 6% красителя (от веса шерсти), к-т (серной, муравьиной, уксусной) до 5%, нейтральных натриевых солей (глауберовой, поваренной) до 20% и аммонийных солей (уксуснокислого аммония) до 5%. Вместо смеси глауберовой соли и серной к-ты иногда применяют о г а р к и—бисульфат натрия ( $\text{NaHSO}_4$ ). Ипользованные после К. «старые» ванны обычно применяют для К. новых партий шерсти, т. к. в ваннах остается около  $\frac{3}{4}$  первоначально взятых количеств солей и к-т; кроме того в старых ваннах получают более ровные окраски, чем в новых. Предполагают, что образующиеся во время К. продукты растворения или распада шерсти (л а н у г и н о в а я к-та) увеличивают степень дисперсности кислотных красителей, а следовательно способствуют более равномерному их соединению с кератином шерсти. В общем случае К. заключается в том, что соответственно подготовленную (мытьем, белинием) шерсть в виде непряженных волокон, пряжи (в мотках, крестовых шпулях), ткани и др. погружают в красильную ванну (при 25—60°), содержащую растворы красителя, солей и кислот (в нек-рых случаях к-ты во время К. задают по частям). Во избежание получения неровной окраски красильную ванну постепенно (в течение  $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$  ч.) доводят до кипения (или 92—95°) и при этой  $t^{\circ}$  обрабатывают 1—2 ч.; во время К. либо перетягивают волокнистый материал либо при неподвижном воло-

нистом материале циркулирует красильный раствор. По окончании К. красильную ванну расхоложивают, волокнистый материал вынимают и промывают.

В зависимости от индивидуальных свойств отдельных красителей К. кислотными красителями имеет следующие варианты: а) К. кислотными красителями в сильнокислой ванне. Красильная ванна содержит раствор красителя, 10—20% глауберовой соли, 3—4%  $H_2SO_4$  (66° Вё) (вместо глауберовой соли и серной кислоты можно взять 8—10%  $NaHSO_4$ ). При 40—70° погружают в эту ванну шерсть, в течение 20—40 м. доводят до кипения (или 92—95°) и при этой  $t^\circ$  выхаживают в течение 1—2 ч. По этому способу окрашивают хорошо эгализирующим кислотными красителями (напр. ализарин-сафироном SE, патентованным синим А и V, светопрочным желтым 3G, ярким ланафуоксином 2G и др.). Этими кислотными красителями можно красить карбонизованные шерстяные ткани без предварительной нейтрализации содой. б) К. кислотными красителями в умереннокислой ванне. Красильная ванна состоит из красителя, 10—20% глаубер. соли, 1/2—2% серной к-ты или смеси серной и уксусной к-т. К. начинают при 40—50°, медленно (в течение 1/2 ч.) доводят до кипения и при этой  $t^\circ$  выхаживают шерсть в течение 1—2 ч. Иногда во время К. серную к-ту задают по частям (в 2—3 приема). По этому способу окрашивают средние эгализирующими кислотными красителями (напр. ализарин-рубинолом 6W, пунцовым 2R, амидосином GGR и др.). в) К. кислотными красителями в слабокислой ванне производят плохо эгализирующими красителями, к-рые должны выбираться шерстью медленно (во избежание получения неровной окраски). К. этими красителями производят в ванне, содержащей краситель, 10—20% глауберовой соли и 2—5% уксусной к-ты (30%-ной); вместо уксусной к-ты иногда применяют муравьиную 85%-ную к-ту, к-рой берут ок. 25% количества уксусной к-ты. Начинают К. при 40—60°, постепенно доводят до кипения и при этой  $t^\circ$  выхаживают 1—2 ч. Красителями служат азонины, флюксины, анилин-шерсточерный AT4B и др. г) К. кислотными красителями в нейтральной или слабощелочной ванне. Красильная ванна содержит кроме раствора красителя либо 10—20% глауберовой соли либо глауберу соль и уксуснокислый аммоний (3—6% от веса шерсти), получасовой смеси-ваем 1 кг уксусной 30%-ной кислоты и 0,36 кг  $NH_3$  (25%-ного). К. начинают при 40—60°, затем в течение 1/2—3/4 ч. доводят до кипения и при этой  $t^\circ$  обрабатывают еще 1—1 1/2 ч. Если ванна не истощается, то прибавляют 2—5% уксусной к-ты и кипятят еще 1/2 часа. По этому и предыдущему (в) способам окрашивают плохо эгализирующими кислотными красителями. д) К. кислотными красителями в слабощелочной ванне производят нек-рыми красителями, принадлежащими к группе щелочных голубых (напр. щелочной голубой N4), свободные кислоты к-рых нерастворимы в воде, а потому осаждаются при подкислении к-тами водного раствора красителя (красильной ванны) и не окрашивают шерстяного волокна. В виду этого К. ими отличается от ранее рассмотренных способов и состоит из двух стадий: в первой стадии производят обработку натриевыми солями этих красителей в слабощелочной ванне, содержащей 3—4% буры или 2—4% аммиака (25%-ного), или 1/2—2 1/2% соды, или 3—6% силината натрия (38° Вё); при этом обработку начинают при 60° и в течение 15 м. доводят до 90—100° и при этой  $t^\circ$  выхаживают шерсть 1/2—1 ч. При этом способе происходит адсорбирование натриевой соли красителя шерстью. Для закрепления красителя шерсть промывают и подвергают обработке раствором серной к-ты (2—4% от веса шерсти) в свежей ванне в течение 1/4—1/2 ч. при 60—70°. При этом происходит выделение к-ты красителя и закрепление ее на волокне. Красители эти плохо закрепляются на волокне, и окраски их непрочны к трению.

К. кислотными красителями и шелка. В теоретическом отношении процесс К. кисл. красителями шелка близок к процессу К. шерсти (см. выше, Г е о р и я К.). У шелка кислый характер выражен сильнее, чем у шерсти; поэтому шелк обладает меньшим средством к кисл. красителям, в связи с чем получаемые окраски отличаются меньшей прочностью, напр. к воде, мытью, чем такие же окраски на шерсти. Несмотря на это кисл. красители для К. шелка находят большое применение. При К. шелка кисл.

красителями его обрабатывают горячими или кипящими водными растворами кислотных красителей в красильной ванне, содержащей к-ты и соли (или «подмылье»). Длина ванны колеблется в пределах от 25:1 до 50:1 в зависимости от применяемой аппаратуры и стадии механ. обработки шелка. Красильная ванна, в зависимости от требуемой интенсивности окраски и индивидуальных особенностей красителя, содержит до 6% красителя, кислоты (серную, муравьиную, винную, уксусную) и глауберу соль (до 20% от веса шелка). Вместо глауберовой соли (к-рая и при К. шелка способствует ровному окрашиванию) иногда применяют шелковое и одмылье, состоящее из слабощелочных растворов мыла и серицина, получаемое при отварке шелка-сырца с марсельским или другим нейтральным мылом, взятым в количестве 25—30% от веса шелка-сырца; подмылье способствует получению ровных окрасок на шелке и кроме того оно меньше разрушает шелковое волокно, чем глауберова соль. Недостаток подмылья—его сравнительно легкая способность к загниванию. Красильные ванны обычно его содержат 1/4—1/5 от всего объема. Крашение в общем случае заключается в том, что шелк, соответственно подготовленный (отваркой, белием) в виде мотков, пряжи, ткани, лент и др., погружают в красильную ванну при 40—60°, содержащую растворы красителя, солей (или подмылья) и кислот. Во избежание получения неровной окраски красильную ванну постепенно (в течение 1/2—3/4 ч.) доводят до 95° и при этой  $t^\circ$  обрабатывают шелк в течение 1—2 часов, поднимая  $t^\circ$  несколько раз до кипения. В зависимости от индивидуальных особенностей кисл. красителей К. шелка производят в сильнокислой ванне ( $H_2SO_4$ ), среднекислой (смесь  $H_2SO_4$  и  $CH_3 \cdot COOH$ ), слабокислой ( $CH_3 \cdot COOH$ ), нейтральной (одна глауберова соль) и слабощелочной (мыло, подмылье) так же, как это было рассмотрено при К. этими красителями шерсти. В случае применения подмылья его (в зависимости от способа К.) подкисляют до слабо- или сильнокислой реакции (серной, винной, уксусной или муравьиной к-тами) или оставляют слабощелочным. При К. шелка щелочными голубыми обработку производят в двух ваннах: в первой обрабатывают в слабокислом растворе мыла, соды и подмылья, а во второй—проявляют в слабокислом растворе ( $H_2SO_4$ ), как это было указано при К. шерсти. По окончании К. красильную ванну расхоложивают, шелк вынимают, промывают и подвергают «оживке»—обработке растворами органич. кислот (уксусной, муравьиной, лимонной) или, реже, минеральными к-тами (серной) на холоду или теплыми растворами. Цель оживки—сообщить шелку характерный хруст, к-рый он теряет при отварке и К., и придать ему некоторую мягкость и блеск. Иногда к этим растворам к-т прибавляют эмульсии олеиновой к-ты, сообщающей шелку мягкость и блеск. После оживки шелк без промывки отжимают и сушат.

Прочность окрасок кисл. красителями на животных волокнистых материалах (шерсти и шелке) к мытью и валке мала (1,1—2), к свету—колеблется от 2 до 7. Кислотные

красители применяются главн. образом для К. шерстяной пряжи, шелка в мотках, тонких шерстяных и шелковых тканей в тех случаях, когда к окраскам не предъявляют больших требований прочности, особенно к мытью, воде, отчасти к свету (хотя имеется группа кисл. красителей, имеющих прочность окраски 6—7). Простота К. кисл. красителями способствовала их широкому распространению. В списке стандартов красителей ВТС (Всесоюз. текстильн. синдикат) всего имеется 31 кисл. краситель. Для черного цвета применяются анил-шерсто-черный АТ4В, виктория черный В, нафтаминаминовые черные и др.; для синего—амидосиний GGR, ализарин-сафирил SE, патентованный голубой; для модных цветов применяют смеси довольно прочных (6—7) к свету кисл. красителей: ализарин-сафирил SE, светопрочный желтый 3G, яркий лана-фуксин 2G и др. Кисл. красители при К. не влияют на крепость животных волокон.

**К. субстантивными для хлопка красителями.** Подавляющее большинство субстант. красителей представляет собою растворимые в воде щелочные (гл. обр. натриевые) соли ароматич. сульфокислот, принадлежащих: 1) к симметрично построенным дис- и полиазокрасителям, производным бензидина, толидина, дианизидина, диаминостильбена, диаминокарбазола, диаминодиарилмочевин и тиомочевин, *n*-диаминов (*n*-фенилендиамина, нафтилендиаминов и других), а также к несимметричным дис- и трисазокрасителям, имеющим в качестве конечной составляющей I-кислоту, и 2) к тиазоловым и стильбеновым красителям; к этой же группе относятся и некоторые основные красители, т. е. солянокислые соли оснований, б. ч. основные азокрасители, построенные подобно вышеназванным сульфокислотам, и наконец некоторые естественные красители, имеющие строение свободных фенолов. Как видно из этого перечисления, субст. красители нельзя характеризовать ни принадлежностью к какой-либо определенной группе по химич. классификации ни наличием какой-либо определенной аукохромы группы, придающей им тот или иной электрополярный характер. По химич. структуре общим для всех субст. красителей является присутствие длинной цепи атомов, связанных между собою конъюгированными двойными связями (бензопурпурин, куркумин). О физическ. свойствах субстантивных красителей см. выше, Теория К. В продаже субстант. красители встречаются под разными названиями (б. ч. характеризующими их цвет) с приставками: бензо-, диаминовый, дианилиловый, диаминогеновый, оксаминовый, нафтаминовый, конго-, колумбия-, чикаго-, замбези-, сириус-, хлорантиновый, непосредственный, микадо-, эрика-, анил- и другие.

**А. К. субстантивными красителями растительных волокнистых материалов** (хлопка, льна, пеньки, джута, рами, искусственного шелка, кроме ацетатного) производится простой обработкой этих волокон нагретыми растворами красителей (непосредственно субстанцией самого красителя) без применения каких-либо металлич. или иных протрав. Отсюда и их

названия: «субстантивные», «непосредственные». Однако как общее правило К. идет лучше с прибавкой в ванну нейтральных солей щелочных металлов (глауберовой, поваренной) и слабощелочных солей (соды, фосфорнонатриевой соли), не фиксирующихся волокном, но играющих роль лишь вспомогательных средств. Установлено, что при К. растительных волокон краситель переходит из ванны на волокно целиком в виде натриевой соли сульфокислоты или солянокислой соли основания и т. п. В этом заключается коренное отличие субст. красителей от кислотных и основных красителей и поэтому субст. красители называют иногда «соляными». Следует отметить, что это свойство они сохраняют только по отношению к растительным волокнам, шерсть же и шелк они окрашивают (см. ниже) совершенно так же, как кислотные и основные красители, отдавая этим волокнам лишь свои анионы или соответственно катионы. К. субст. красителями растительных волокон проходит повидимому две стадии: в первой происходит «выбирание»—адсорбция—коллоидно растворенного красителя волокном, а во второй—закрепление, делающее процесс крашения необратимым или не вполне обратимым и придающее таким образом окраске известную стойкость и прочность к мытью.

**К. субстантивными красителями растительных волокнистых материалов** производится несколькими способами.

1. При непосредственном К. растительные волокнистые материалы обрабатываются теплыми или горячими водными растворами субст. красителей в красильной ванне без каких-либо предшествующих или последующих обработок. Длина ванны колеблется от 3:1 до 35:1 в зависимости от применяемых красильных аппаратов, стадии механич. обработки окрашиваемых волокон и др. В барках длина ванны составляет 20:1÷25:1 для пряжи и 20:1÷35:1 для ткани; в джигерах 3:1÷5:1; в механич. красильных аппаратах (упаковочной, насадочной и подвесной систем) 7:1÷15:1. Красильная ванна содержит красителя до 6% от веса волокна в зависимости от требуемой интенсивности окраски, нейтральные соли (глауберову, сульфат натрия, поваренную) в количестве до 25%, считая на  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , от веса волокна, и слабощелочные соли (соду, фосфорнонатриевую соль, мыло и проч.) в количестве до 3% от веса волокна. Продолжительность К.—до 2½ ч. (обычно ¾—1 ч.). Темп-ра К.—от обыкновенной (20—25°) до кипения (обычно 60—100°). Субст. красители полностью из красильной ванны не выбираются и остаются после К. в количестве от ¼ до ½ первоначально взятого количества в зависимости от длины ванны (например при длине ванны 17÷15:1 остается ок. ¼, при 18÷20:1—ок. ⅓ и при 20÷25:1 ок. ½ первоначального количества красителя). Во избежание потерь субст. красителя К. производят в «коротких» (с небольшим количеством красильного раствора) и «старых» («постоянных») ваннах: после К. растворы красителя не выливают, а, прибавив дополнительно необходимое количество (¼—¾ первоначального) красителя, продолжают красить в том же красильном

растворе. Количество добавляемых солей (глауберовой, сульфата натрия, соды) при К. на «постоянной» ванне составляет  $\frac{1}{4} \div \frac{1}{5}$  первоначального количества, но во избежание чрезмерного накопления плотности их раствора в красильной ванне контролируют, причем при К. в интенсивные (темные) цвета допускают плотность растворов  $3 \div 4^\circ \text{Вé}$ , а при малоинтенсивных (светлых)  $1 \div 1\frac{1}{2}^\circ \text{Вé}$ .

В зависимости от индивидуальных свойств отдельных красителей только что описанный непосредственный способ допускает следующие варианты: а) К. в нейтральной ванне. Красильная ванна состоит из раствора красителя, поваренной соли (или сульфата) или глауберовой соли, причем для интенсивных (темных) окрасок берут 15—25% соли или сульфата (или в 2,2 раза больше глауберовой соли), а для малоинтенсивных (светлых) 10—15% сульфата. Этот способ применяют для красителей, обнаруживающих сравнительно высокую степень дисперсности и трудно коагулирующих на волокне. б) К. в слабощелочной ванне с нейтральными солями наиболее распространено. Красильная ванна состоит из раствора красителя, нейтральной соли (поваренной, сульфата) 15—25% для интенсивных окрасок и 10—15% для малоинтенсивных и соды 0,5—3%. При плохо эгализирующих красителях задают слабощелочные соли, которые способствуют пептизации красителя: 1—5% мыла, аллизинового масла или 5—10% фосфорионатриевой соли с 1—2% мыла. в) К. в слабощелочной ванне без нейтральных солей применяют в тех случаях, когда красители особенно быстро коагулируют и потому в обычных условиях дают очень неровные окраски. В этом случае прибавление нейтральных солей может только усилить неровность окраски. Красильную ванну составляют из раствора красителя и раствора соды 0,5—3% (иногда до 5%). Для неярких красителей вместо соды берут даже раствор едкого натра как еще более сильный пептизатор. г) К. в слабощелочной ванне с окислителем производят, когда краситель слишком слабо коагулирует даже в нейтральной среде.

Прочность окрасок субстант. красителями при непосредственном способе К. в общем велика: к мытью она составляет 1—2 балла (по 5-бальной сист.), к свету 2—3 (у некоторых светопрочных субст. красителей 5—6 по 8-бальной системе). Однако у нек-рых групп субст. красителей прочность к мытью и свету м. б. увеличена последующими обработками солями металлов, формалином, белильной известью, солидогеном, сочетанием с диазотированными аминами, диазотированием на волокне и сочетанием с аминами или фенолами. В этих случаях К. ведут сначала по одному из только что описанных вариантов непосредственного способа, промывают, а затем сразу, без сушки, в других красильных ваннах подвергают одной из перечисленных последующих обработок; «длина» применяемых при этих обработках ванн сохраняется такой же, как при непосредственном способе.

2. К. субстантивными красителями с последующей обработкой солями металлов (меди, хрома, алюминия и др.) применяется в тех случаях, когда краситель содержит в молекуле т. н. «протравную» группировку (напр. ОН,  $\text{NH}_2$  или ОН и  $\text{COOH}$  в о-положении к хромофору). а) Обработка солями меди (медным купоросом) применяется к субст. красителям, имеющим ОН-группу в о-положении к хромофору. При этой обработке вероятно образуются комплексные соли меди—лаки (за счет гидроксильных групп красителя), обладающие большей прочностью к свету (обыкновенно прочность к свету увеличивается с 1—2 до 4—7 по 8-бальной системе). При этой обработке происходит изменение оттенка окраски. Обработка производится

2—4% медного купороса в присутствии 0,5—2% уксусной к-ты (30%-ной) при 60—100° в течение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  часа. б) Обработка солями окиси хрома в противоположность солям меди увеличивает прочность не к свету, а лишь к мытью. Эта обработка применяется для субст. красителей, также имеющих ОН-группы в о-положении к хромофору или ОН и  $\text{COOH}$  в о-положении друг к другу. Здесь также образуются вероятно хромовые лаки красителей, обладающие меньшей растворимостью в водных или слабощелочных растворах, а потому и большей прочностью к мытью, которая возрастает с 1—2 баллов до 3. Из солей окиси хрома применяют  $\text{CrF}_3$  (1—4% от веса волокна) в присутствии 1,5—3% уксусной к-ты (30%-ной), хромовые квасцы,  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$  (4—5%), а иногда и  $\text{CrCl}_3$  (20° Вé) 3—4%. Обработка производится при 60—100° в течение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  часа. в) Обработка солями хромовой кислоты ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) производится с той же целью, как и предыдущая. Она применима лишь для тех субст. красителей, к-рые не страдают от окислительно-го действия хромовой к-ты. Такой «хромировке» подвергаются красители, построенные аналогично предыдущим группам, а также и те, к-рые имеют амидные группы в о-положении к хромофору. Вначале возможно происходит окисление красителя (или замена  $\text{NH}_2$ -группы на ОН-группу) и соответственно раскисление  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  до соли окиси хрома, которая образует комплексные соли—лаки. Окраски после такой обработки обычно увеличивают прочность к мытью (с 1—2 до 3 баллов) и несколько изменяют цвет или оттенок (прочность к свету остается без изменения). Обработка производится 2—3% (от веса волокна)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в присутствии 1—2% уксусной к-ты (30%-ной) в течение  $\frac{1}{2}$  ч. при 60—100°. г) Совместная обработка солями меди и хрома наиболее распространена, так как при этом достигают одновременного увеличения прочности окрасок к мытью и свету. Обработку производят в течение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  часа при 60—100° 1—2%  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и 1—2%  $\text{CuSO}_4$  в присутствии 2—4% уксусной к-ты (30%-ной). д) Обработка солями алюминия применяется (редко) для увеличения прочности окрасок к воде; заключается она в выхаживании окрашенного материала на холоду в растворе алюминиокалиевых квасцов (5 г в 1 л) в течение 15 м. После обработки волокнистый материал, не промывая, отжимают и сушат.

3. К. субстантивными красителями с последующим диазотированием (на волокне) и сочетанием с аминами или фенолами применяется для окрасок, полученных при помощи так наз. «диазотировочных» субст. красителей. К последним относятся субст. красители, имеющие свободную  $\text{NH}_2$ -группу, способную диазотироваться (субст. красители, в к-рых  $\text{NH}_2$ -группа находится в о-положении к азогруппе, не способны диазотироваться). При сочетании диазониевого соединения с аминами или фенолами (называемыми «проявителями») на волокне образуются азокрасители (с более сложной молекулой), обладающие меньшей растворимостью, а

поэтому и большей прочностью окраски к мытью. Прочность окраски к мытью обычно возрастает с 1—2 до 3 баллов, но иногда от этих обработок происходит уменьшение прочности окраски к свету. Впервые этот способ К. был применен Гриндом для примулина: при диазотировании его на волокне и сочетании с  $\beta$ -нафтолом желтая окраска переходит в ало-красную (grain); вследствие этого предложено было называть такие субст. красители «ингреновыми». В настоящее время среди этих субст. красителей встречается много окрашивающих в другие цвета и выпускаемых под названиями диаминогеновых, диазаниловых, розантроновых и др. Красителями этими сначала окрашивают волокнистый материал обычным способом, как и всякими другими субст. красителями, затем промывают и подвергают диазотированию на холоду (15—20°) в течение  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  ч. в ванне, содержащей раствор нитрита (1,5—2,5% от веса волокна), подкисленный соляной к-той 20% Вё (5—7% от веса волокна) или серной к-той 66% Вё (3—5%). После диазотирования промывают и подвергают процессу сочетания («проявления») в ванне, содержащей раствор какого-либо фенола (нафталята) или амина, в течение  $\frac{1}{2}$  часа на холоду (15—20°). В качестве проявителей гл. обр. применяют: фенол (0,3—0,6%) в присутствии 16%-ного NaOH (0,9—1,8%); резорцин (0,3—0,6%) в присутствии 16%-ного NaOH (1,2—2,4%);  $\beta$ -нафтол (0,5—1%) в присутствии 16%-ного NaOH (1—2%); *m*-толуилендиамин (0,35—0,7%) (количества указаны от веса обрабатываемого материала). После «проявления» промывают, отжимают и сушат. Нек-рые красители, диазотированные на волокне, вместо проявления обрабатывают в течение  $\frac{1}{2}$  ч. в растворе соды (2,5—5%) при 60—80°. При обработке содой диазониевой соли диазо-группа переходит в гидроксильную. Окраска субст. красителя от таких обработок обычно изменяет цвет или оттенок.

4. К. субстантивными красителями с последующим сочетанием с диазотированным амином. Субст. красители, имеющие  $\text{NH}_2$ - или OH-группу со свободным *o*- или *n*-положением, могут сочетаться с диазотированными аминами, являясь азосоставляющими. Чаще всего для этой цели применяют диазотированный *n*-нитранилин или стойкие его формы (нитрозамин, нитразол, азфорф красный и др.). После реакции сочетания на волокне образуются субстант. красители, имеющие более сложные и тяжелые молекулы, труднее растворимые в воде и щелочных растворах, а поэтому обладающие большей прочностью к мытью (3 балла вместо 1—2). Красители эти обычно имеют характерные для них наименования: пара-, бензонитроловые, нитразоловые красители. Окрашенный по обычному для субст. красителей способу волокнистый материал промывают и обрабатывают на холоду (10—15°) в течение  $\frac{1}{2}$  ч. раствором диазотированного *n*-нитранилина, взятого в количестве 0,75—1% от веса волокна; после нек-рой лежки (для окончания реакции сочетания) волокнистый материал промывают, отжимают и сушат. В нек-рых случаях в проявительную ванну прибавляют 1,5—3,0%

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  для увеличения прочности окраски к свету. При описываемых обработках также происходит изменение цвета или оттенка окраски.

5. К. субстантивными красителями с последующей обработкой формалином. К этим красителям относятся субст. красители, характеризующиеся присутствием в молекуле остатков резорцина или *m*-фенилендиамина, образующих, как предполагают, с формальдегидом продукты конденсации. Полученные на волокне продукты конденсации обладают меньшей растворимостью, а поэтому и несколько большей прочностью к мытью (2 балла вместо 1). Такие субст. красители встречаются под названиями формалевых, бензоформовых и других. Окрашенный по обычному для субст. красителей способу волокнистый материал промывают и обрабатывают в особой ванне при 60—70° в течение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  часа 3% (от веса волокна) формалина (40%-ный раствор формальдегида). В нек-рых случаях прибавляют 2—3% уксусной кислоты (30%-ной) или 1—2%  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ , усиливающих действие формальдегида. После обработки следуют промывка, отжим и сушка.

6. К. субстантивными красителями с последующей обработкой раствором белильной извести. К этой группе субст. красителей относится примулин; обработка окраски его раствором белильной извести вызывает, как предполагают (П. Руггли), окисление водородов  $\text{NH}_2$ -групп у двух молекул примулина с образованием более сложного азокрасителя по схеме  $2\text{R-NH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{RN} : \text{NR} + 2\text{H}_2\text{O}$ ; от такой обработки прочность окраски к свету увеличивается до 6 баллов (вместо 1), а к мытью до 2 (вместо 1). Готовую окраску, полученную по обычному способу, обрабатывают при обычном  $t^\circ$  в течение  $\frac{1}{2}$  ч. раствором белильной извести с содержанием 2 г активного хлора на 1 л, затем следуют промывка, кислотка, опять промывка, отжим и сушка.

7. К. субстантивными красителями с последующей обработкой солидогеном. Окраски нек-рыми субст. красителями, имеющими свободные  $\text{NH}_2$ -группы, чувствительны к к-там, изменяющим их оттенок и даже цвет (конго красный и др.). Для устранения этого была предложена обработка солидогеном, представляющим собою солянокислую соль основания, получаемого при действии формальдегида на смесь *o*- и *n*-толуидина. Предполагают, что при такой обработке  $\text{NH}_2$ -группа субст. красителей бензилируется и окраска перестает быть чувствительной к к-там. Окрашенный по обычному способу волокнистый материал обрабатывают в течение  $\frac{1}{2}$  ч. на кипу раствором солидогена (2—6% от веса волокна) в присутствии 2% HCl, после чего материал промывают, отжимают и сушат. В настоящее время эта обработка применяется редко, т. к. появились субст. красители, обладающие достаточной прочностью к к-там.

Б. К. субстантивными красителями животнох волоконистых материалов (шерсти, шелка) происходит непосредственно в водных растворах красителей в присутствии нейтральных солей

натрия (глауберовой соли) или аммония (уксуснокислого и др.) и малодиссоциированных к-т (уксусной и др.), к-рые прибавляют для ускорения или усиления реакций солеобразования. Прочность окрасок субст. красителями на шерсти и шелке несколько выше (к свету), чем на растительных волокнах.

К. субстантивными красителями и шерсти производят несколькими способами. 1. Непосредственный способ заключается в том, что шерсть выхаживают без каких-либо последующих обработок в красильной ванне, содержащей водный раствор красителя и глауберовой соли с прибавлением солей аммония или уксусной к-ты. В зависимости от этих прибавок различают К. в нейтральной или слабокислой ваннах. Красильная ванна содержит краситель и 10—20% глауберовой соли; К. начинают при 40—60°, доводят в течение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  ч. до кипения (или 92—95°) и при этой  $t^\circ$  красят в течение 1— $1\frac{1}{2}$  ч.; если при этом не происходит полного выщипания красителя, то К. производят в слабокислой ванне с прибавлением уксуснокислого аммония (до 6%) или уксусной к-ты (2—5%). В остальном условия К. остаются прежними. 2. К. субстантивными красителями с последующей обработкой солями металлов. Для увеличения прочности к свету и валке готовые окраски на шерсти некими субст. красителями подвергают последующим обработкам солями хрома и меди. К этим красителям относятся субст. красители, имеющие протравные группировки; по отношению к шерсти они принадлежат к группе хромировочных красителей, но, обладая коллоидным характером, в то же время способны непосредственно окрашивать хлопок. Для последующей обработки применяют  $K_2Cr_2O_7$ ,  $CrF_3$  и  $CuSO_4$ . К. производят сначала по обычному способу, затем охлаждают красильную ванну до 60—70°, задают в нее  $K_2Cr_2O_7$  (половинное количество от веса взятого красителя) или  $CrF_3$  и  $CuSO_4$  (этих солей прибавляют в равных количествах по весу красителя), нагревают в течение 10—15 м. до 95° (или до кипения) и красят при этой  $t^\circ$  в течение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  ч.; в заключение расхоложивают, промывают, отжимают и сушат.

К. субстантивными красителями шелка. 1. Непосредственный способ ничем не отличается от способа К. шелка кислотными или основными красителями в нейтральной или слабокислой ваннах. Для увеличения прочности к свету, валке и мытью готовые краски на шелке подвергают обработке солями металлов или диазотированию на волокне и сочетанию с аминами или фенолами. 2. Обработка солями металлов (Cr, Cu) производится у субст. красителей, имеющих протравную группировку и являющихся т. о. по существу хромировочными красителями; обработку солями металлов производят у шелка сравнительно редко, т. к. его волокна при этом становятся жесткими, а окраски тусклыми; этот способ в общем аналогичен К. шерсти этими красителями (см. выше). 3. Диазотирование и сочетание с аминами и фенолами. Нек-рые субст. красители на шелке могут так же, как и на хлопке,

подвергаться диазотированию и сочетанию с аминами или фенолами для увеличения прочности окраски к мытью и воде. Способ К. шелка субстантивными красителями в общем аналогичен ранее описанному способу К. этими красителями хлопка.

Рассмотренные субст. красители в настоящее время пользуются большим распространением для окрашивания растительных, животных и смешанных волокнистых материалов; они отличаются дешевизной, простотой К., а также способностью окрашивать в одной ванне приблизительно в один и тот же оттенок как растительные, так и животные волокна; последним свойством широко пользуются для окрашивания полшерсти (хлопок—шерсть) и полушелка (хлопок—шелк) по обнованному способу. Субст. красители применяют в тех случаях, когда к окрашиваемому волокнистому материалу не предъявляют больших требований в отношении прочности окраски к мытью и отчасти к свету. В списке стандартных красителей ВТС (Всесоюзный текстильный синдикат) из общего числа 193 красителей имеется 54 субст. красителя, т. е. ~25%. Главнейшими субст. красителями являются: для черного цвета анил-темночерный РВ экстра, Е экстра, анил-диазочерный ВХ, формалевый черный GR, плутоформ черный; для синего—анил-чистоголубой ФФ, бензосветопрочный синий 4GL, бензохромовый сине-черный Б, диаминогенный синий НА, анил-синий Б; для коричневого и оранжевого—анил-коричневый М, ДЗТ, бензосветопрочный коричневый 3GL, плутокоричневый R и оранжевый Г; для зеленого—анил-зеленый Б, Г; для желтого—хризифенин Г, диаминовый прочный желтый А; для фиолетового—яркий бензопрочный фиолетовый 2RL, анил-фиолетовый Н; для красного—анил-прочный красный Ф, бензосветопрочный алый 4BS; для розового—эрика, бензопрочный розовый 2BL.

**Н. протравными красителями.** Протравные красители представляют фенолы или фенолкарбоновые кислоты в свободном виде (трудно растворимые в воде), или их натриевые соли, или бисульфитные соединения (легко растворимые в воде). К ним относятся гл. обр. оксиантрахиноны (ализарины разных марок, антраценовый коричневый, ализарин синий, оранжевый, бордо), а также оксинафтохиноны (нафтазарин), нитрозофенолы (виридон), некоторые азокрасители (ализарин желтый С), оксазины (галлоцианин, галлофиолетовый), трифенилметановые (хромовый фиолетовый), ксантоны (галлеин, церулеин), оксикетоны (ализарин желтый А), ксантоны, флавоны, флавонолы (грушковый, кварцитроновый, желтый, кампешевый экстракты). Протр. красители выпускают в продажу в виде порошков или в виде паст, содержащих 20 или 40% сухого красителя.

1. К. протравными красителями животных волокнистых материалов (шерсти, шелка). Протр. красители по отношению к животным волокнам ведут себя, как кислотные красители, и при К. закрепляются, образуя химическ. солеобразные соединения; однако получаемые при этом окраски непрочны к мытью и воде и не

обладают той яркостью и интенсивностью, какая получается, если при этом взаимодействии принимают участие протравы, дающие с протр. красителями лаки; в качестве протрав применяют главным образом соли хрома [ $K_2Cr_2O_7$ ,  $Cr_2(SO_4)_3$  и др.], алюминия [ $Al_2(SO_4)_3$ ] и железа [ $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $Fe(C_2H_3O_2)_2$ ]. В настоящее время для К. шерсти наибольшее распространение имеют соли хрома, а для шелка—соли железа.

А. К. протравными красителями и шерсти производятся различными способами в зависимости от последовательности протравления и собственно К. Практич. применение имеют три способа: 1) предварительное протравление и последующее К., 2) предварительное К. и последующее протравление и 3) одновременное протравление и крашение.

1. Предварительное протравление и последующее К. (двухвантный способ). Шерсть в первой ванне протравляют, т. е. тщательно выхаживают в водных кипящих растворах солей Cr, Al, Fe, Cu с целью фиксации окислов этих металлов на волокне, а затем после промывки во второй ванне окрашивают, т. е. выхаживают в кипящих растворах или суспензиях красителя; при этом происходит лакообразование и фиксация протр. красителей. Для получения ровной окраски необходимо, чтобы протравление происходило медленно и равномерно; этого достигают прибавлением слабодиссоциированных кислых солей или к-т (винного камня, муравьиной, молочной и других к-т). Протравление солями хрома производят гл. обр. при помощи  $K_2Cr_2O_7$  (или  $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ ),  $CrF_3 \cdot 4H_2O$  и др.  $K_2Cr_2O_7$  сначала окисляется до соли трехвалентного хрома, после чего последний образует с шерстью указанное выше соединение. Для предупреждения окисления шерсти, а следовательно и ее разрушения, могущего произойти при раскислении  $K_2Cr_2O_7$ , необходимо прибавить каких-либо органич. веществ (винного камня, муравьиной кислоты и др.), которые при этом окисляются. Протравление производят в ваннах (длиною 20:1 до 35:1), содержащих 1,5—4%  $K_2Cr_2O_7$  (обыкновенно 3%) и 1—3% винного камня (обыкновенно 2,5%); последний иногда заменяют шавелевой кислотой (2—3%), молочной 50%-ной (2,5—4%) или муравьиной 85%-ной (1,5—2,5%). Шерсть погружают в ванну при 30—50°,  $t^\circ$  постепенно поднимают в течение  $\frac{1}{2}$ —1 ч. до кипения и на-кипу шерсть выхаживают еще  $1\frac{1}{2}$ —2 $\frac{1}{2}$  ч.; в заключение ванну расхоложивают и шерсть промывают. Протравленную шерсть окрашивают в другой ванне протр. красителями; красильная ванна содержит водный раствор или суспензию красителя (напр. ализарина, ализарина синего S, галлоцианина, церулеина S, кампеша и др.) в количестве до 10% от веса шерсти в зависимости от индивидуальных особенностей красителя и требуемой интенсивности окраски; шерсть погружают в ванну при 30—40°, в течение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  ч. доводят ее до кипения и на-кипу выхаживают  $1\frac{1}{2}$ —2 ч. Для истощения ванны, особенно в случае применения порошковых красителей в виде натриевых солей, прибавляют в ванну 30%-ной уксусной к-ты (до 5%). От приве-

денного способа отличается «холодный способ хромирования» (М. А. Ильинский, Д. Коднер), заключающийся в том, что шерсть на холоду (20°) выхаживают в течение 15 минут в растворе, содержащем 1—3%  $K_2Cr_2O_7$  и 1—2%  $H_2SO_4$ ; после этого шерсть промывают и в другой ванне в течение 15 м. выхаживают в водной суспензии (или растворе) протравного красителя, отжимают и для закрепления красителя обработанную указан. выше способом шерсть запаривают в течение 5 мин. или же обрабатывают в кипящей воде, подкисленной уксусной кислотой. Протравление солями Al производят редко, гл. обр. для получения ярких красных окрасок помощью ализарина. Ванна для протравления содержит 6—8% сернокислого Al, не содержащего железных солей, и 5—7% винного камня (иногда его наполовину заменяют шавелевой к-той). Шерсть погружают при 40—50° в течение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  ч. доводят до кипения и на-кипу выхаживают еще  $1\frac{1}{2}$  ч. Затем ванну расхоложивают и шерсть промывают. Протравленную шерсть в другой ванне окрашивают ализарином. Красильная ванна содержит до 3% красителя,  $2\frac{1}{2}$ % уксуснокислого кальция (необходимого для образования сложного кальцевого лака) и 2% танина. Протравление солями хрома (2—3%  $K_2Cr_2O_7$ ) и меди (2—3%  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) применяют при К. шерсти в черный цвет смесью кампеша (10%) и желтого или кварцитрового экстракта (2%). Протравление железными солями раньше было распространено при К. шерсти кампешем в черный цвет.

2. Предварительное К. и последующее протравление применяют для протравн. красителей, хорошо растворимых в воде и в первой стадии К. закрепляющихся на шерсти без протрав (ализарин синий S, церулеин S, кампеш). Шерсть сначала окрашивают ими, как кислотными красителями, в слабокислой ванне с 2—5% уксусной к-ты в присутствии 10% глауберовой соли; ванну доводят в течение  $\frac{1}{2}$  ч. до кипения и на-кипу выхаживают  $\frac{3}{4}$ —1 ч. После этого приступают к протравлению; красильную ванну охлаждают до 60—70° и прибавляют протраву, чаще всего  $K_2Cr_2O_7$  (1—3%) и реже  $CrF_3 \cdot 4H_2O$  (2—5%),  $CuSO_4$  (1—3%),  $FeSO_4$  (5%) или алюминиевые квасцы (5—10%), после чего ванну в течение  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  часа доводят до 95° или до кипения и при этой  $t^\circ$  шерсть выхаживают еще  $\frac{1}{2}$ —1 ч. В заключение ванну расхоложивают и шерсть промывают. Преимущества этого способа перед предыдущим: 1) экономия времени и пара (К. и протравление в одной ванне) и 2) лучшее прокрашивание волокнистого материала. В настоящее время К. протр. красителями по этому способу вытеснено К. хромировочными красителями. К этому способу близок адсорбционный способ (М. А. Ильинского), при к-ром шерсть выхаживают на холоду в течение 5—10 м. в водной суспензии протр. красителями; при этом происходит адсорбция красителя на шерсти в виде лабильного соединения—прочного к воде, но непрочного к мылу; последующим коротким (2—3 мин.) пропуском через кипящий раствор  $K_2Cr_2O_7$  достигают закрепления протр. красителя в виде хромового лака.



3. Одновременное протравление и К. Красильная ванна содержит необходимое количество протравн. красителей (до 3%, кампеша 10%), протраву ( $K_2Cr_2O_7$ ,  $FeSO_4$  или  $CuSO_4$ ) и кислые соли или кислоты (винный камень, уксусную к-ту), предупреждающие образование лака в самой ванне. Шерсть погружают в красильную ванну при 40—50°, в течение  $1/2$ — $3/4$  ч.  $t^\circ$  повышают до кипения и на-кипу выхаживают еще 1— $1\frac{1}{2}$  ч. При этом лак может образоваться не только на волокне, но и в красильной ванне. К. протр. красителями по этому способу также вытеснено К. хромировочными красителями.

Б. К. протравными красителями шелка можно производить аналогично К. шерсти по трем ранее описанным способам, причем протравами и здесь являются те же соли алюминия, хрома и железа. Однако в настоящее время К. шелка протр. красителями за исключением К. кампешем в черный цвет весьма ограничено, так как получаемые при этом окраски хотя и обладают хорошей прочностью к мытью, воде и свету, но тусклы и не имеют той яркости, какая требуется от шелка; кроме того обработка солями металлов уменьшает естественный блеск и мягкость шелка. К. шелка в черный цвет кампешем (гематином) по железной протраве практикуется в довольно широких размерах; это К. почти всегда сопровождается «привешиванием» («отяжелением», см. ниже, К. шелка). Поэтому К. в черный цвет представляет комбинированный процесс протравления, К. и отяжеления. Процесс осложняется еще тем, что в К. поступает шелк с различной предварительной обработкой (отваренный шелк—кюит, суплированный—супль, размягченный шелк-сырец—экрю); поэтому К. шелка в черный цвет допускает много вариантов. В общих чертах «привесное» К. заключается в следующем: шелк выхаживают в течение  $1\frac{1}{2}$ —2 ч. на холоду в растворе основного серноокислого железа [обыкновенно  $Fe_4(SO_4)_6(OH)_2$ ], после чего отжимают и промывают; при этом происходит гидролиз соли и фиксация железа на шелке. Эту операцию повторяют несколько раз. Для нейтрализации кислоты и окончательной фиксации железа [повидимому в виде  $Fe(OH)_3$ ] следует обработка раствором соды и мыла. Следующая операция, «загрунтовка» шелка в синий цвет, заключается в обработке раствором  $K_4Fe(CN)_6$  (при 45°); при этом с железом, фиксированным на шелке, образуется берлинская лазурь, сообщающая шелку синий цвет и увеличивающая его вес. Затем следует обработка дубильными веществами (катеху и друг.), образующими с солями железа дубильнокислые соединения черно-синего или черно-зеленого цвета. Для накопления этих соединений на шелке последний обрабатывают еще «древесным настоем»—раствором древесно-уксуснокислого железа. Протравленный и отяжеленный солями железа шелк окрашивают в растворе кампеша в присутствии экстракта желтого дерева или кварцитрона (для углубления черной окраски). При К. шелка с большим привесом включают (обычно в самом начале перед первой обработкой солями железа) еще обработку хлорным оловом

( $SnCl_4$ ) с последующим пропуском на растворы соды, фосфорнокислого натрия или силиката натрия с целью образования гидрата олова или фосфорнокислых или кремнекислых его соединений, значительно увеличивающих вес шелка. Т. о. при К. шелка в черный цвет (с привесом) кампешем по железной протраве происходит сложный процесс образования черного железного лака гематеина, дубильнокислого железа, берлинской лазури и гидрата окиси олова, фосфорнокислых и кремнекислых его соединений. После К. шелк подвергают обычной оживке кислотами в присутствии жирных эмульсий.

II. К. протравными красителями растительных волокнистых материалов. Протр. красители не окрашивают растительных волокон (хлопка, льна, пеньки и др.), состоящих из целлюлозы, вещества нейтрального или слабощелочного характера, т. е. не имеют (в большинстве случаев) к ним никакого сродства. Для получения окраски необходимо участие протрав, к-рые, фиксируясь на волокне в виде окислов соответствующих металлов (Al, Cr, Fe, Ca и др.), сообщают целлюлозным волокнам основные свойства и тем самым делают возможным взаимодействие с анионами протравных красителей и образование лаков. В зависимости от последовательности протравления и собственно К. здесь тоже различают три способа.

1. Предварительное протравление и последующее К. заключается в том, что на растительных волокнах сначала фиксируют окислы Al, Cr, Fe, а затем окрашивают в водных растворах или суспензиях протр. красителей. Фиксация этих окислов может происходить двояко: 1) предварительно растительные волокна обрабатывают солями жирных кислот (ализариновым маслом) или дубильными веществами, а затем выхаживают в растворах солей металлов (Al, Cr); 2) волокна выхаживают при нагревании в разбавленных растворах легко гидролизующихся солей Al, Cr. Протравление с о л я м и и а л ю м и н и я по первому способу имеет большое значение при К. хлопка (в виде пряжи и ткани) ализарином в пунцовый цвет (турецкий, или адрианополюский, красный). В настоящее время п у н ц о в о е К. осуществляется в общих чертах след. обр. Отваренный (небеленый) хлопок в виде пряжи в мотках или ткани подвергают с о л к е, т. е. пропитывают раствором 5—25%-ного ализаринового масла (в виде Na или K-солей) при 50° на соляных машинах (см. Красильные аппараты); избыток масла удаляют отжимом (на прессе или отжимных вальцах); при солке хлопок адсорбирует ализариновое масло; для его закрепления «маслованный» хлопок «прикигают»—высушивают в течение 6—8 ч. в сушильках (зрельных, вешалах), где при  $t^\circ$  60—65° и определенной влажности происходят омыление сернокислых эфиров рицинолеиновой к-ты и полимеризация ее в полирициновые к-ты, трудно растворимые в воде (для пряжи операцию масловки и прикигания обыкновенно проделывают 3 раза). После закрепления на хлопке жирнокислых соединений следует к в а с ц о в к а. Маслованная пряжа перед квасцов-

кой для удаления незакрепленного масла подвергается отмоке—выхаживанию в воде при 40—45° в течение 1 часа. Квасцовка заключается в обработке маслованного хлопка раствором основного сернокислого алюминия или квасцов 2—8° Вё (до 30 г на 1 л) при 15—50°. Этот раствор содержит кроме того соли Са, Sn, а иногда и дубильные вещества, кварцитровые экстракты и др. При квасцовке происходит фиксация Al-солей. Для усиления этой фиксации хлопковую ткань высушивают в зрельях—вешалах при 50° в течение 6 ч. при определенной влажности, а пряжу оставляют при обыкновенной t° в этом растворе на 6—8 ч. Затем (для ткани) следует меловка—обработка в суспензии мела (40 г на 1 л) или п а с с и р а (какой-либо слабощелочной соли, напр. Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) при 50—60°, имеющая целью нейтрализовать к-ту, выделившуюся при гидролизе Al-солей, ввести Са-соли в лак и завершить фиксацию Al-солей на волокне. После меловки ткань промывают и окрашивают ализарином в красильной барке. Красильная ванна (длинной 25:1 ÷ 40:1) содержит ализарин (2—3%), уксуснокислый кальций и таннин; К. начинают на холоду (15—25°), постепенно в течение 1¼ ч. доводят до 75—100° и при этой t° выхаживают ½—¾ ч. Образование лака заканчивается при оживке: промытый окрашенный хлопок кипятят под давлением в котлах 2—4 часа при 102—105° в растворах соды или мыла. Заключительной операцией является промывка. Соли олова, сообщающие лаку яркость, прибавляют к раствору квасцов или в красильную ванну или при оживке (солей железа следует избегать во всех стадиях пунцового К., т. к. при этом образуется Fe-лак, придающий яркому алюминиевому лаку ализарина тусклый некрасивый фиолетовый оттенок). Хлопок, окрашенный ализарином по описываем. способу, имеет яркую и прочную красную окраску (к свету 7—8, мытью 4—5, воде 5, бучению 4—5), за исключением трения (2). Благодаря этим качествам пунцовое крашение (гл. обр. пряжи) сохранилось до настоящего времени, несмотря на появление конкуренции со стороны нек-рых ледяных красителей (группы нафтола AS), позволяющих более простым и дешевым способом получить прочную красную окраску (напр. прочным красным GL, RL по нафтолу AS). Происходящие при пунцовом К. процессы несомненно весьма сложны и до настоящего времени не разъяснены. Наиболее распространен взгляд, рассматривающий эти процессы как химич. взаимодействие полимеризованных рициноловых к-т с солями алюминия с образованием рицинолосоединений солей алюминия (а также олова). При квасцовке легко гидролизующимися солями на маслованном хлопке образуется Al(OH)<sub>3</sub>, причем для усиления и завершения гидролиза ткань завешивают в зрельях и «мелуют». При выхаживании протравленного хлопка в растворе (суспензии) ализарина в присутствии кальциевых солей происходит образование алюминиевокальциевых ализаратов, к-рые при «оживке» (запаривании в мыльных растворах под давлением при 102—105°) под влиянием расплавленных полирициноловых кислот переходят в более

дисперсное состояние, приобретая яркочерный цвет. Яркость лака усиливается вследствие адсорбции им ничтожных количеств оловянного ализарата, образующегося при мыловке. При протравлении по второму способу (при помощи легко гидролизующихся солей алюминия) хлопок выхаживают в водных растворах уксуснокислого алюминия (с разной степенью основности), поднимая постепенно t° до кипения; при этом происходит гидролиз этих солей и фиксация Al на волокне; для усиления и завершения фиксации хлопок, обработанный солями Al, завешивают в зрельях и подвергают меловке. Протравленный солями Al хлопок окрашивают ализарином совершенно так же, как это указано в предыдущем способе. Этот способ в настоящее время находит ограниченное применение. Протравление с о л я м и х р о м а может происходить как по жирнокислой протраве, так и без нее—при помощи легко гидролизующихся солей Cr. Для протравления применяют CrCl<sub>3</sub> (12—20° Вё), бисульфит хрома Cr(HSO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (5—28° Вё), х р о м о в у ю протраву ГАП [раствор CrO<sub>3</sub> и Cr(OH)<sub>3</sub> в уксусной к-те 12—28° Вё] и уксуснокислый Cr (20° Вё). Хлопок предварительно (хотя и не всегда) «маслуется» ализариновым маслом (50 г на 1 л), потом выхаживают в указанных растворах при обыкновенной t°, пряжу замачивают в течение 10—12 часов, а ткань плюсоют и отжимают; ткани, плюсованные хромбисульфитом, предварительно высушивают, а затем запаривают в запарке. Для фиксации Cr хлопок проводят через раствор соды (10—20 г на 1 л) при 50—60°, промывают и окрашивают (ализарином синим S, церулеином S). К. начинают на холоду, в течение ¾—1 ч. доводят до кипения и при этой t° выхаживают ¾ ч. В заключение окрашенную пряжу подвергают запариванию в котлах в течение 2 ч. при 1—1½ atm. В настоящее время с появлением прочных дешевых сернистых красителей этот способ К. потерял прежнее значение. С о л я м и ж е л е з а протравляют растительные волокна, предварительно маслованные ализариновым маслом или обработанные дубильными веществами. При этом происходит фиксация железнокислов; она усиливается пропуском протравленных железными солями волокон через раствор слабых щелочей, например Са(OH)<sub>2</sub>. После протравления промывают и окрашивают. Этот способ раньше находил применение для К. хлопка ализарином в фиолетовый и кампешем в черный цвет. При К. в фиолетовый цвет хлопковую пряжу маслуется ализариновым маслом, затем обрабатывают раствором древесноуксуснокислого железа (1—2° Вё), промывают и окрашивают ализарином. При К. в черный цвет хлопок пропитывают раствором дубильных веществ (напр. сумаховым экстрактом) и отжимают, после чего обрабатывают раствором древесноуксуснокислого железа (3° Вё). Для завершения фиксации Fe на волокне хлопок пропускают через раствор Са(OH)<sub>2</sub> и промывают. Протравленный железными солями хлопок окрашивают в растворе кампеша в присутствии желтого экстракта для получения глубокого черного цвета. Иногда в заключение готовую окраску хромируют K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

2. Предварительное К. и последующее протравление заключаются в том, что в первой ванне окрашиваются—выхаживают в растворе красителя, а во второй протравляют, причем происходит лакообразование и фиксация красителя. Этот способ применяют гл. обр. при К. хлопка кампешем в черный и катеху в коричневый цвет. При К. кампешем хлопок в первой ванне выхаживают на-кипу 2 ч. в растворе кампеша и желтого экстракта, затем отжимают и во второй ванне протравляют, т. е. обрабатывают на холоду  $\frac{1}{2}$  ч.  $\text{CuSO}_4$  или  $\text{FeSO}_4$  [или  $\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ ], или смесью солей  $\text{Cu}$  и  $\text{Fe}$ . При К. катеху хлопок в первой ванне выхаживают на-кипу  $\frac{1}{2}$ —1 ч. в растворе катеху (10—20 г на 1 л), отжимают и дают некоторое время лежать в отжатом виде, после чего в другой ванне протравляют раствором  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (2—10 г на 1 л) в течение  $\frac{1}{2}$  ч. при 90°. Иногда применяют  $\text{CuSO}_4$ , прибавляя его в красильную ванну или же в ванну для протравления. При протравлении происходит окисление катехина в японскую к-ту и образование лака.

3. Одновременное протравление и К. заключается в том, что растительные волокна обрабатывают в одной ванне смесью растворов красителя и протравы в присутствии растворителя (напр. уксусной к-ты). Для образования и закрепления лака хлопок, пропитанный указанным раствором или суспензией, запаривают в запарке. Этот однованный способ находит применение для получения так наз. «хромовых плюсов» на хлопковой ткани: ткань плюсуют водным раствором или суспензией, состоящими из красителя, уксуснокислого хрома и уксусной к-ты, предупреждающей образование лака в плюсе; проплюсованную ткань высушивают и для образования и закрепления хромового лака запаривают в запарке. По этому способу можно окрасить ализарином хлопковую ткань с алюминиевой протравой в розовый цвет. С этой целью ткань сначала мажут ализариновым маслом, после чего плюсуют водной суспензией ализарина, уксуснокислого алюминия и кальция в присутствии уксусной кислоты, высушивают и запаривают.

Адсорбционный способ (М. А. Ильинского) К. ализарином с алюминиевой протравой заключается в том, что маслованный хлопок выхаживают в водной суспензии ализарина в присутствии протравных солей ( $\text{Al}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Sn}$ ); при этом происходит адсорбция хлопком твердых фаз (ализарина, протравных солей). Для образования и закрепления лака отжатый хлопок запаривают. Таким же образом м. б. получены окраски другими протр. красителями с железными и хромовыми протравами. В настоящее время из протр. красителей наибольшее распространением пользуются ализарины разных марок (№ 1, SX, GFX, GI), галлоцианин, галлофиолетовый, перулен S, ализарины—синий S, желтый 2G, коричневый R, оранжевый R, и экстракты—кампешевый, грушковый и кварци-троновый.

К. хромировочными красителями. Хромировочные красители представляют растворимые в воде натриевые соли ароматических

сульфокислот, содержащие в молекуле характерные для протравных красителей группировки ( $\text{OH}$  или  $\text{NH}_2$  в *o*-положении к хромофору, а иногда две таких группы или  $\text{COOH}$  в *o*-положении друг к другу), сообщающие им протравный характер. К этим красителям принадлежат гл. обр. сульфокислоты окси- и аминокислотокрасителей (алмазный черный АТБ, прочный протравный синий В, антраценовый желтый ВN, прочный протравный коричневый АТБ и другие), сульфокислоты оксиантрахинонов (ализариновый красный 1WS, ализарин сине-черный В), а также сульфокислоты нек-рых протравных азиновых, тиазиновых и оксазиновых красителей. По красильным свойствам хром. красители являются промежуточными между кислотными и протравными красителями и способны окрашивать в кислой ванне только животные волокнистые материалы (шерсть, шелк) аналогично кислотным красителям: при К. фиксируется на шерсти и шелке анион красителя; вследствие отсутствия указанных «протравных групп» при последующей обработке готовой окраски солями металлов (хрома, алюминия), а также при К. в присутствии солей этих металлов хром. красители образуют лаки. Для получения их в большинстве случаев применяют соли хрома, поэтому красители и называются хромировочными. Растительных волокнистых материалов хромировочные красители, так же как и кислотные, не окрашивают.

А. К. хромировочными красителями окрашивают шерсть аналогично протравным красителям по трем приведенным способам; однако наибольшее значение из-за прочности, яркости окрасок, а также быстроты и дешевизны работы имеют способы: 1) предварительного К. и последующего протравления (способ последующего хромирования) и 2) одновременного протравления и К. (однованный способ).

1. Предварительное К. и последующее протравление производится в две стадии: в первой стадии шерсть окрашивают в кислой ванне совершенно так же, как кислотными красителями; во второй стадии в той же ванне готовые окраски обрабатывают солями хрома ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{CrF}_3$ ) и реже алюминия [ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ]. При хромировании солями трехвалентного хрома образуются с красителем стойкие внутренние комплексные соли, обуславливающие повышенную прочность окраски к мытью, валке и свету. Предполагают, что при хромировании посредством  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  сначала происходит расщепление  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  до трехвалентного хрома за счет красителя или шерсти, а затем уже образуется лак с хром. красителем (с трехвалентным хромом). Для большинства хром. красителей применение  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  необходимо, т. к. при этом окраска получается наиболее яркой и прочной. Исключение представляют хром. красители, у к-рых действие солей хромовой к-ты вызывает ухудшение окраски; поэтому при таких красителях хромирование производят солями трехвалентного хрома. По нек-рым данным (Розенгаузера и др.) при хромировании  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  молекула красителя в состав лака входит неизменной, т. е. об-

разование лака не сопровождается окислением красителя. Указанные авторы считают, что здесь происходит образование комплексных соединений красителя, трехвалентного хрома и хромата шерсти. Кроме солей хрома для последующего протравления некоторых красителей (ализарина красного и др.) применяют соли алюминия. При К. с последующим хромированием с о л я м и х р о м о в о й к и с л о т ы ( $K_2Cr_2O_7$ ) первая стадия К. ничем не отличается от К. кислотными красителями; поэтому и здесь в зависимости от индивидуальных особенностей красителей и степени их эгаллизации К. производят в одной из следующих ванн: в сильнокислой (10—20% глауберовой соли и 3—4%  $H_2SO_4$ ), умереннокислой (10—20% глауберовой соли, 1,5—2,0%  $H_2SO_4$  и 2—4% уксусной к-ты), слабнокислой (10—20% глауберовой соли и 2—5% уксусной к-ты), нейтральной (10—20% глауберовой соли и 3—6% уксуснокислого аммония). Красильная ванна (длина ее 10:1÷40:1) содержит в зависимости от индивидуальных свойств красителя и требуемой интенсивности окраски до 6% красителя. К. начинают обычно при 25—60°, постепенно в течение  $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$  ч. ванну доводят до кипения и при этой  $t^\circ$  волокнистый материал выхаживают 1—2 ч. Краситель при этом в подавляющем большинстве случаев полностью выбирается волокном. После этого приступают ко второй стадии — х р о м и р о в а н и ю; с этой целью ванну расхоложивают до 60—70° и в нее задают раствор  $K_2Cr_2O_7$  ( $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  ч. от веса цветных и  $\frac{1}{3}$  ч. от веса взятых черных красителей, но не более 3% общего веса) и 1—3%  $H_2SO_4$ , в течение  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  ч. доводят до 95° (у черных — можно до кипения) и при этой  $t^\circ$  выхаживают еще  $\frac{1}{2}$ —1 ч. (обычно  $\frac{3}{4}$  ч.). По окончании К. красильную ванну расхоложивают, волокнистый материал вынимают и промывают. К. с последующим хромированием с о л я м и о к с и с Сг применяется редко и только при тех хром. красителях, к-рые чувствительны к окислительному действию хромпика. Этот способ К. отличается от предыдущего лишь тем, что вместо  $K_2Cr_2O_7$  хромируют фтористым хромом ( $CrF_3 \cdot 4H_2O$ ) в количестве 2—4% от веса окрашиваемой шерсти. К. с последующей обработкой с о л я м и а л ю м и н и я применяется у нек-рых красителей (напр. ализарина красного 1WS) для получения яркого красного цвета. После К. (с 10% глауберовой соли и 3—4%  $H_2SO_4$ ) ванну расхоложивают до 60—70° и прибавляют 5—10% алюминиевокалиевых квасцов, доводят в течение  $\frac{1}{2}$  ч. до кипения и при этой  $t^\circ$  выхаживают  $\frac{1}{2}$ —1 ч. Последующие обработки с о л я м и Сu и Fe ( $CuSO_4$  и  $FeSO_4$ ) применяются редко и не имеют в настоящее время значения.

2. Одновременное К. и протравление является дальнейшим развитием К. хром. красителями и производится в одной ванне, содержащей водный раствор красителя, протраву и растворители (обыкновенно уксусную кислоту), предупреждающие образование лака в самой красильной ванне. К. производится б. ч. производными пикраминовой к-ты, т. к. по мере фиксации шерстяным волокном этих красителей происходит гидролиз протравы, сопровождающий-

ся выделением ионов  $Cr^{+++}$  или  $(CrO_4)''$ , обуславливающих лакообразование (хромирование). В качестве протрав применяются: 1)  $K_2Cr_2O_7$  для красителей (хроматовых, монохромовых, автохромов. и др.), реагирующих с хромпиком по мере выбирания их волокон; 2)  $(NH_4)_2Cr_2O_7$  — «метакромовая протрава» [получается смешиванием  $K_2Cr_2O_7$  и  $(NH_4)_2SO_4$ ] для «метакромовых красителей»; при нагревании эта протрава повидимому гидролизуется с выделением ионов  $(CrO_4)''$ , действующих на хром. красители хромирующим образом; 3) медленно гидролизующиеся двойные щавелевокислые соли Сг и Na [«хромозолевый проявитель»  $Cr_2(C_2O_4)_3 \cdot Na_2C_2O_4$ ]. В красильную ванну, содержащую до 3% красителя (для черных 6%), соответствующее количество протравы (от 1 до 3% хромпика, метакромовой протравы или друг.), 1—5% уксусной кислоты (иногда 10—20% глауберовой соли), при 40—70° погружают шерсть, постепенно в течение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  ч. доводят до кипения и при этой  $t^\circ$  выхаживают  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{3}{4}$  ч. Однованный способ имеет то преимущество, что здесь сразу виден окончательный цвет лака, что облегчает подгонку окрашиваемой шерсти под образец. Недостатком являются образование лака в красильной ванне и тусклый цвет получаемых оттенков. Недавно появились красители (неолановые, палатиновые прочные), содержащие хром в виде комплексных соединений с красителями, представляющие гл. обр. о-оксидокрасители (П. Руггли). К. этими красителями аналогично К. кислотными; шерсть при 40—50° погружают в красильную ванну, содержащую 5—10%  $H_2SO_4$  (от веса волокна), в течение  $\frac{3}{4}$  ч. нагревают до кипения и при этой  $t^\circ$  выхаживают  $1\frac{1}{2}$  ч. Прочность окрасок этими красителями близка к хромировочным.

Хром. красители находят большое применение для К. шерсти в виде непряженого волокна, топса, тканей во всех тех случаях, где требуется повышенная прочность к свету, мытью, валке. Прочность этих красителей к свету 5—8, валке 4—5, мытью 4—5. Для черного цвета применяют алмазный черный АТБ, для синего — прочный протравный синий В, для «модных» цветов — смесь антраценового желтого ВN, протравы, коричневого АTR, ализарина сине-черного В и ализарина красного 1WS. Недостатком хром. красителей является то, что при крашении ими  $K_2Cr_2O_7$  действует окисляющим образом на шерсть и может вызвать ослабление крепости шерстяного волокна на разрыв (по нек-рым данным оно доходит до 12%). Нек-рые вещества (муравьиная кислота, сульфитцеллюлозные щелока, продукты гидролиза кератина и др.) частично могут защитить шерстяное волокно от ослабления.

Б. К. хромировочными красителями шелка производится в общем аналогично К. шерсти, но эти красители мало применяются для К. шелка, т. к. окраски ими хотя и обладают хорошей прочностью к свету, валке и мытью, но тусклы, и от хромирования шелк становится жестким.

**К. основными красителями.** Основные красители представляют растворимые в воде преимущественно солянокислые соли (реже щавелевокислые или двойные соли с  $ZnCl_2$ )

органич. ароматических оснований. К этим красителям принадлежат аминазокрасители (хризондин, бисмарк коричневоый), азины (сафранин Т), оксазины (нильский синий, новый метиленовый синий 2G), тиазины (метиленовый синий В, 2В, новый метиленовый синий N, тиониновый синий О), трифенилметановые (фуксин, яркий зеленый, виктория синий В), ксантены — пиронины, розамины и родамины (родамин В, 6GDN), кетонимидные (аурамин О), акридиновые (фосфин), тиазоловые (тиофлавин Т). Основные красители обладают в большинстве случаев высокой степенью дисперсности и способностью окрашивать животные волокнистые материалы (шерсть, шелк) без всяких протрав, а растительные волокна (хлопок, лен) — в присутствии так наз. «кислых протрав» (см. ниже). Основными их называют потому, что при К. на волокнах фиксируется «основание» красителя (катион), а в красильной ванне остается анион в виде  $\text{HCl}$ , щавелевой к-ты и др. При К. основными красителями они полностью выбираются волокнистым материалом из красильного раствора.

И. К. основными красителями животных волокнистых материалов (шерсти, шелка). Основные красители окрашивают животные волокна без всяких протрав в горячих (или кипящих) нейтральных (или слабокислых) растворах.

А. К. шерсти заключается в том, что шерсть выхаживают в горячей или кипящей красильной ванне, содержащей к-ты (уксусную, серную) и соли (глауберову). Длина ванны колеблется в пределах от 10 : 1 до 40 : 1 в зависимости от применяемых красильных аппаратов и стадии механич. обработки окрашиваемой шерсти. Красильная ванна содержит в зависимости от требуемой интенсивности окраски, особенностей красителя и окрашиваемой шерсти до 3% красителя (осн. красители обладают большой красящей способностью, поэтому уже с 1% дают «сытую» окраску), до 5% кислоты (уксусной, серной), а иногда и глауберову соль (до 20%). К. в общем случае заключается в том, что соответствующим образом подготовленную (мытьем, белением) шерсть в виде неспряденных волокон, пряжи или ткани погружают в красильный раствор при 50° и постепенно в течение 1/2 ч. доводят до 80—90°, а иногда и до кипения. При К. аураминном  $t^\circ$  ванны не должна превышать 60—70° во избежание его разложения. При этой  $t^\circ$  шерсть выхаживают 3/4—1 ч. Во время К. волокнистый материал нужно возможно тщательно перетягивать (в красильных барках), а в красильных аппаратах (см.) необходимо сообщать красильному раствору хорошую циркуляцию. По окончании К. красильную ванну расхоложивают, а шерсть промывают. Этот общий способ К. имеет следующие варианты: 1) К. в слабокислой ванне: красильная ванна содержит раствор красителя и 3—5% уксусной к-ты (30%-ной). При 50° погружают шерсть, в течение 1/2 ч. поднимают  $t^\circ$  до 80—90° (за исключением аурамина) и при этой  $t^\circ$  выхаживают 3/4—1 ч. По этому способу окрашивают большинством осн. красителей. 2) К. в сильнокислой ванне: красильная ванна содержит

раствор красителя, 2%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (66° Вé) и 20% глауберовой соли (или же 10%  $\text{NaHSO}_4$  и 10%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ); при 50° погружают шерсть, в течение 1/2 ч. поднимают  $t^\circ$  до кипения и при этой  $t^\circ$  выхаживают 3/4—1 ч. По этому способу окрашивают викторией синим В, родамином В. 3) К. с серной протравой: нек-рые красители (малахитовый, яркий зеленый и друг.) дают более яркие окраски на шерсти, предварительно обработанной так наз. «серной протравой». Шерсть выхаживают 1 ч. при 60—80° в ванне, содержащей 15%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 3%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (66° Вé) и 5% алюминиевокалиевых квасцов. После этой обработки шерсть промывают в другой ванне и окрашивают указанными осн. красителями в слабокислом растворе при 80—90°. В настоящее время осн. красители для К. шерсти применяются мало, так как прочность окрасок их к свету и мытью щелочами в общем малоудовлетворительна (1—2).

Б. К. шелка. Шелк обладает более кислым характером, чем шерсть, поэтому имеет большее сродство к осн. красителям; вследствие этого во избежание неровного окрашивания шелка осн. красители в красильную ванну задают не сразу, а по частям во время К., к-рое производят в нейтральной или слабокислой ванне, причем красильная ванна содержит раствор красителя (до 3%) и мыло (1,5—2,5%) или «подмылье» (1/4—1/5 от объема красильной ванны). Красильный раствор в зависимости от индивидуальных особенностей красителя подкисляют до слабокислой реакции уксусной или серной кислотой. Иногда вместо мыла и подмылья применяют глауберову соль (от 5 до 10% от веса шелка). Шелк, предварительно обесклеенный, отбеленный или отяжеленный, погружают в красильную ванну (длиною 10 : 1—40 : 1) при 40° и постепенно в течение 1/2—3/4 ч. доводят до 60—80° или даже 95° и при этой  $t^\circ$  выхаживают 1 ч. После К. следуют промывка и «оживка», как и при К. шелка кислотными красителями. Для шелка осн. красители имеют несколько большее значение, чем для шерсти, особенно в тех случаях, когда яркость окраски предпочитают прочности; последняя у шелка близка к прочности шерсти.

II. К. основными красителями растительных волокнистых материалов (хлопка, льна, пеньки, джута и искусственного шелка, за исключением ацетатного). Осн. красители непосредственно целлюлозных волокон не окрашивают вовсе или окрашивают весьма слабо. Фиксирование этих красителей происходит при помощи «кислых протрав»: дубильных веществ (таннина, сумаха, миробаланов и др.), высших жирных кислот (рициноленовой к-ты), продуктов конденсации фенолов с серой (катанола О, W, закрепителя ИТ, фенорезина), а также некоторых железистосинеродистых солей (Sn, Zn). В зависимости от последовательности операций «протравления» и собственно К. различают след. три способа.

1. Предварительное протравление и последующее К. состоит в том, что сначала на растительных волокнах фиксируют кислые протравы, а затем в другой ванне окрашивают основным красителем.

а) Протравление дубильными и веществами производится для усиления кислотных свойств целлюлозы. Наиболее распространен способ протравления таннином. Во избежание смывания таннина при погружении в водный красильный раствор таннированного волокна его предварительно высушивают, а затем выхаживают в растворе осн. красителя. Образующийся при этом танниновый лак осн. красителя, фиксирующийся на растительном волокне, достаточно прочен к свету и воде (мытью). Для получения более прочного к свету и мытью лака адсорбированный растительным волокном таннин обыкновенно закрепляют солями некоторых металлов (Sb, Sn, Fe и Zn, Ti). Наиболее употребительны соли сурьмы — рвотн. камень,  $K(SbO)_4 \cdot H_2O$ , и двойная фтористая соль,  $SbFe_3 \cdot NaF$ . При обработке таннированного волокна раствором рвотного камня образуется дубильно-сурьмяное соединение из двух молекул таннина и одной молекулы рвотного камня, имеющее состав  $(C_{14}H_2O_4)_2Sb(OH)$  (А. А. Санин). Это соединение обладает (из-за Sb) кислотным характером и образует лак с осн. красителем. По другим данным (П. П. Викторов), при протравлении растительных волокон таннин разлагается на глюкозу и дигалловую к-ту, к-рая адсорбируется волокном и при последующей обработке раствором рвотного камня образует лак дигалловой к-ты с сурьмой. Для закрепления таннина кроме Sb иногда применяют соли:  $ZnSO_4$ ,  $SnCl_2$ ,  $FeSO_4$  и уксуснокислое железо,  $Fe(C_2H_3O_2)_3$ . Эти соли применяют редко, т. к. они дают с таннином лаки, менее прочные к свету, чем Sb, а Fe-соли кроме того еще сообщают окраскам тусклый темный цвет (вследствие образования дубильнокислого железа черно-синего цвета). Описанный способ К. выполняют так: волокнистый материал, предварительно подготовленный (отваркой, белением), таннируют в водном (1—6%-ном) растворе таннина (для пряжи в короткой ванне 10 : 1—15 : 1) или 5—25 г в 1 л (для ткани в плюсовке) при 40—50° (оптимальная  $t^\circ$  адсорбции) в течение 2—6 ч. (за исключением плюсовки). Для увеличения выбирания волокном таннина прибавляют уксусной к-ты. В виду того что из ванны выбирается лишь часть таннина, протравление производят в старых (постоянных) ваннах, прибавляя всякий раз от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{3}{4}$  первоначально взятого количества таннина. Таннированный волокнистый материал отжимают (иногда высушивают) и после этого выхаживают в растворе рвотного камня, взятого в половинном количестве таннина (1—3% от веса волокнистого материала или 2,5—12,5 г в 1 л), в течение  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  ч. (за исключением плюсовки) при 20—25°. При обработке рвотным камнем таннированного волокна на последнем образуется указанное дубильносурьмяное соединение, а в ванне — винная кислота, к-рая замедляет реакцию; поэтому кислоту нейтрализуют, прибавляя  $CaCO_3$ . Иногда для увеличения фиксации Sb на волокне к раствору рвотного камня прибавляют NaCl, высаливающую рвотный камень. Растворы рвотного камня также используют, так как работают на постоянных ваннах, прибавляя от  $\frac{2}{3}$  до  $\frac{3}{4}$  первоначально

взятого количества рвотного камня. После «проводки» через раствор рвотного камня волокнистый материал промывают и окрашивают осн. красителем. Красильная ванна (длиной 5 : 1—35 : 1) содержит раствор красителя (до 3% веса волокнистого материала) и 1—5% уксусной к-ты (30%-ной); уксусная к-та замедляет реакцию и тем способствует более ровному окрашиванию. К. начинают на холоду или при 35° и в течение  $\frac{1}{2}$  ч. доводят до 60—70° или до кипения и при этой  $t^\circ$  выхаживают  $\frac{3}{4}$ —1 ч. Чтобы не получить неровной окраски, краситель прибавляют в ванну в несколько (3—5) приемов. По окончании К. красильную ванну расхоложивают и волокнистый материал промывают. Для увеличения прочности окраски окрашенный материал дополнительно выхаживают сначала в растворе таннина ( $\frac{1}{2}$ —1 г в 1 л) при 40° в течение  $\frac{1}{2}$ —1 ч., а затем в растворе рвотного камня ( $\frac{1}{2}$ —1 г в 1 л).

б) Протравление закрепителем ИТ, катанолом О, W. Дороговизна таннина и рвотного камня заставила искать новые препараты, заменяющие их. В настоящее время такими веществами являются продукты конденсации фенолов (резорцина) с серой—закрепителем ИТ, катанол О, W и фенорезин. К. с помощью этих протрав состоит из двух операций: волокнистый материал предварительно выхаживают в растворе закрепителя ИТ или катанола, а затем окрашивают в растворе основного красителя. При этом катанол выбирается волокном и вступает в химическое взаимодействие с основным красителем. При протравлении катанолом волокнистый материал выхаживают в водном растворе 3—6% катанола W (если применяют катанол О, то прибавляют 2—4%  $Na_2CO_3$ ) и 30%-ной NaCl в течение 1—2 часов при 60—70° (длина ванны 10 : 1—12 : 1). При работе на постоянной ванне катанола берут  $\frac{1}{2}$  указанного количества. После этой обработки протравленный материал отжимают, промывают и в другой ванне окрашивают в растворе осн. красителя в присутствии уксусной к-ты, как это указано выше. При протравлении закрепителем ИТ хлопковую ткань плюсоют раствором (20—40 г в 1 л) закрепителя (30%-ного), сушат и с целью осаждения закрепителя на волокне пропускают на проходном аппарате через раствор уксусной кислоты (40 г в 1 л), промывают и окрашивают осн. красителем по обычному способу. Прочность окрасок осн. красителями по катанолу и закрепителю в общем близка к прочности по таннину.

в) Протравление жирными кислотами (ализариновым маслом) заключается в том, что волокнистый материал выхаживают в 10%-ном растворе ализаринового масла, отжимают и фиксируют его высушиванием при 50—60° в течение 12 ч. При этом происходит полимеризация рициноловой к-ты в трудно растворимые полирициноловые к-ты. При выхаживании подготовленного т. о. волокнистого материала в растворе осн. красителя происходит образование жирнокислых солей красителя. Иногда после «масловки» и «прижигания» волокнистый материал обрабатывают в растворе уксуснокислого Al ( $3^\circ Be$ ); образующийся при этом

жирнокислый Al обладает способностью фиксировать осн. красители. По этому способу раньше окрашивали некоторыми красными красителями (родамином В и др.) с целью получения ярких окрасок. В настоящее время этот способ из-за непрочности окрасок (к свету и мытью), а также дороговизны почти не применяется.

г) Осн. красители могут также фиксироваться субстантивными и, протравными и, сернистыми и кубовыми красителями. Этим иногда пользуются для увеличения яркости окрасок упомянутыми красителями путем подцветки небольшим количеством основного. Окрашенный субстантивными или сернистыми красителями волокнистый материал на холоду или при 40—60° выхаживают в растворе основного красителя в присутствии уксусной к-ты (1—2%) в течение 1/4—1/2 ч. По окончании подцветки следует промывка.

д) Осн. красители м. б. также фиксированы на волокнистом материале, предварительно протравленном Sn- или Zn-солями железистосинеродистоводородной кислоты. Ткань плюсуется раствором  $K_4Fe(CN)_6$  (10 г в 1 л), высушивают и пропускают через раствор  $SnCl_2$  или  $ZnSO_4$ . Выделившиеся в виде осадка  $Sn_2Fe(CN)_6$  или  $Zn_2Fe(CN)_6$  при последующем крашении образуют лаки с осн. красителями. Этим способом пользуются главн. образом при расцветках осн. красителями в печати.

2. Предварительное К. и последующее протравление состоит в том, что в первой стадии волокнистый материал выхаживают в растворе красителя, а во второй— в растворе протравы: закрепителя ИТ, катанола, таннина. Волокно в этой стадии поглощает катион красителя и частично пропитывается его солью. Во второй стадии происходит лакообразование катиона красителя с протравой. К. с помощью закрепителя ИТ и катанола имеет два варианта: с у х о й с п о с о б (Н. Н. Вознесенский) заключается в том, что хлопковую ткань плюсуют раствором осн. красителя (при  $t^{\circ}$  75—80°), высушивают, а потом пропускают через раствор закрепителя ИТ или катанола; при мокром способе (Кеммерих) проплюсованную раствором красителя ткань отжимают и в мокром виде пропускают в проходном аппарате через раствор (20 г в 1 л) закрепителя ИТ на холоду; для завершения реакции дают ткани лежать 1 ч. и промывают. Этот способ К. применяют и к «янусовым» красителям, представляющим субстантивные и в то же время осн. красители. В первой стадии ими окрашивают как субстантивными, а во второй стадии для увеличения прочности окрасок окрашенный волокнистый материал выхаживают в растворе таннина (2—6%) 1/4 часа при 50°, а затем в растворе рвотного камня (1—3%) 1/2 часа на холоду. В заключение промывают.

3. Одновременное протравление и К. состоит в том, что волокнистый материал выхаживают в красильной ванне, содержащей краситель (до 1%), таннин (1—2%) и уксусную к-ту (5—6%). К. начинают на холоду и постепенно в течение 1/2 ч. доводят до 40—60° и при этой  $t^{\circ}$  выхаживают

еще 3/4 часа. Этот способ применяется редко, так как окраски получаются мало интенсивными вследствие образования лака в самой красильной ванне. Осн. красители на растительных волокнах дают окраски, сравнительно мало прочные: к свету 1—2 (редко 3), к мытью 1—2 (редко 2—3), воде 2—3 (редко 3—4), поту 1—3 (редко 3—4). Малая прочность окрасок к свету и мытью ограничивает применение осн. красителей, особенно в тех случаях, когда к прочности окрасок предъявляют повышенные требования. Прочность окрасок к свету может быть значительно увеличена (до 4—6) обработкой окрашенных волокнистых материалов так наз. «а у к с а н и н о м В» (представляет повидимому молибденовые или вольфрамовые комплексные соли). Однако эта обработка имеет тот недостаток, что она дает окраски, непрочные к действию воды.

В списке стандартных красителей ВТС имеется 19 осн. (из 193): метиленовый синий 2В, новый виктория синий В, новый метиленовый синий N, тионин синий О, яркий зеленый, аурамин, тифламин Т, бисмарк коричневый R, алмазный фуксин, родамины В, G, 6GDN, сафранин, кристаллический фиолетовый 5BO, метилен-гелиотроп O, метиловый фиолетовый В.

**К. кубовыми красителями.** Кубовые красители—нерастворимые в воде соединения, образующиеся на волокнистых материалах при окислении *лейкосоединений* (см.), получаемых при восстановлении этих красителей восстановителями (гл. обр. гидросульфитом натрия) в щелочной среде. Кубовыми их называют потому, что при восстановлении в щелочной среде они дают к у б —цветной щелочной раствор лейкосоединения, обладающий средством к волокнистым материалам и окрашивающий их. К куб. красителям принадлежат индигоидные красители (см. *Индигоидные красящие вещества*), а н т р а х и н о н н ы е (индантрен синий GCD, RS, желтый G, коричневый, зеленый и др.), *индигозоли* (см.), некоторые красители неизвестного строения, содержащие в молекуле серу (гидрон синий GR, фиолетовый, синечерный), и один индофенол—*а*-нафтоловый синий (см. *Индофенолы*), имеющий в настоящее время лишь историч. значение. На основании красильных свойств куб. красители разделяются на кубовые антрахиноновые и кубовые индигоидные красители. Лейкосоединения куб. антрахиноновых красителей для растворения требуют повышенное (против теоретического) количество едкого натра; полученные щелочные растворы лейкосоединений обладают определенно выраженными субстантивными свойствами по отношению к растительным волокнистым материалам; растворы эти в большинстве случаев (но не всегда) окрашены в глубокие интенсивные цвета. Лейкосоединения куб. индигоидных красителей легко растворяются в щелочах и для растворения требуют меньше едкого натра. Полученные щелочные растворы лейкосоединений обладают более слабыми субстантивными свойствами (по сравнению с куб. антрахиноновыми), а в некоторых случаях совсем незначительными (например индиго, тиюиндиго красильный и др.); цвет этих

растворов б, ч. желтый или желто-оранжевый. Прочность окрасок куб. индигоидными красителями несколько меньше, чем куб. антрахинонными. Однако необходимо указать, что разделение это не является резким и встречаются куб. красители с промежуточными свойствами. Куб. индигоидные красители применяются для К. растительных и животных волокнистых материалов, а куб. антрахинонные—почти исключительно для растительных волокон, так как сильнощелочной раствор их лейкосоединений действует разрушительно на животные волокна.

Кубовые антрахинонные красители и выпускают красочными ф-ками под названиями индантреновых, антраальголевых, цибаноновых и отчасти гелиндоновых красителей (большая часть гелиндоновых принадлежит к куб. индигоидным); их выпускают в порошке и пасте (10, 12½, 20, 25%-ной и др.). В настоящее время герм. красочные фабрики IG под названием индантренов выпускают лишь куб. красители, обладающие максимальной прочностью к свету, мытью, воде, бучению и т. д., применяемые исключительно для К. растительных волокнистых материалов. При восстановлении гидросульфитом натрия,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , эти красители образуют лейкосоединения, вследствие чего они растворимы в щелочах; из этих щелочных растворов целлюлозные волокна сначала адсорбируют, а потом фиксируют лейкосоединения, как это имеет место при К. субстантивными красителями этих волокон (субстантивные свойства лейкосоединений куб. антрахинонных красителей м. б. объяснены высоким молек. весом этих красителей, а также способностью их образовывать коллоидные растворы). Фиксирование лейкосоединений можно регулировать нейтральными солями ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) и щелочами. Опыты Пуммерера горячей (70—80°) мыловки в атмосфере  $\text{CO}_2$  растительных волокон, окрашенных лейкосоединениями этих красителей (наприм. индантrenom желтым), показали, что лейкосоединения оказываются фиксированными довольно прочно. Фиксированное волокнистым материалом лейкосоединение в заключение подвергается окислению при завешивании на воздухе или при промывке водой (за счет кислорода воздуха, растворенного в воде). После такого окисления на волокне образуются куб. антрахинонные красители.

Способы К. куб. антрахинонными красителями чрезвычайно разнообразны и зависят от индивидуальных особенностей красителей. Общие ориентировочные указания относительно К. этими красителями растительных волокон сводятся к следующему. Необходимое для крашения количество красителя предварительно восстанавливают в конц. водном растворе (содержащем на 1 ч. красителя 10—30 ч. воды) гидросульфитом натрия в присутствии  $\text{NaOH}$  при вполне определенной для каждого красителя  $t^\circ$  восстановления (50—70°). Для быстрого и полного восстановления порошковых красителей их сначала смачивают растворами смачивающих веществ (ализариновым маслом, контактом Т, некалом) или растирают с раствором  $\text{NaOH}$ , а потом уже добавляют гидро-

сульфит для восстановления, к-рое заканчивается обычно через 20—30 м. Полученные конц. щелочные растворы лейкосоединений вливают в красильную ванну, длина к-рой в зависимости от применяемой аппаратуры, стадии механич. обработки волокнистого материала и т. д. колеблется от 3 : 1 до 30 : 1, причем для К. в барках длина ванны 20 : 1—30 : 1, в механических аппаратах 7 : 1—15 : 1 и в джиккере 3 : 1—5 : 1. Приготовленная к К. красильная ванна содержит до 4% красителя (в порошке) для всех красителей, кроме черных, к-рых берут 8—10% для первой ванны, 3—12%  $\text{NaOH}$  (1,5—6 г в 1 л) и 2—8%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  (1—4 г в 1 л). В случае применения нейтральных солей для увеличения выбора красителей красильная ванна должна содержать от 10 до 40%  $\text{NaCl}$  или  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (5—20 г в 1 л). К. заключается в том, что волокнистый материал, предварительно подготовленный соответствующими обработками (замочкой, отваркой, бучением, белинием и др.), погружают в указанную красильную ванну на ¾—1 ч. (за исключением К. в плюсовке и проходном аппарате, где К. продолжается не больше 1—2 м.) при  $t^\circ$  20—60° (обычно 50—60°). Во время выхаживания избегают попадания лишнего воздуха в красильный раствор во избежание окисления лейкосоединения и осаждения красителя, т. к. это может привести к пятнистой окраске; по этой причине волокнистый материал во время К. держат под уровнем красильного раствора и вынимают его только для перетягивания. Тотчас же по окончании К. волокнистый материал подвергают равномерному отжиму, отсосу или продувке сжатым воздухом для равномерного удаления избытка незакрепившегося лейкосоединения красителя; в противном случае может получиться неровная пятнистая окраска. Равномерно отжатый волокнистый материал завешивают на воздухе для окисления лейкосоединения или же сразу подвергают промывке, причем происходит окисление за счет кислорода воздуха, растворенного в воде. Иногда после окончания окисления для удаления щелочи кислят раствором серной к-ты (2—4 г в 1 л), после чего промывают. В заключение всякую окраску куб. антрахинонным красителем обязательно обрабатывают на-кипу в течение ½ ч. раствором кальцинированной соды (2 г в 1 л) или мыла (5 г в 1 л), т. к. лишь при этой обработке окраска приобретает максимальную яркость и прочность к трению. Куб. антрахинонные красители выбираются из красильной ванны не полностью; поэтому для экономии этих дорогих красителей работают с постоянными ваннами, добавляя перед К. новой партии волокнистого материала лишь израсходованное количество красителя. Тем не менее использование старых ванн здесь имеет предел, так как через некоторое время происходит коагуляция красителя в ванне. Эту коагуляцию можно до некоторой степени предупредить и во всяком случае замедлить прибавлением защитных коллоидов (ализаринового масла и др.), увеличивающих степень дисперсности куб. красителей.

Кубовые индигоидные красители и выпускают красочными ф-ками под



названиями: тиюиндиго, ализарин-индиго, гелиндоновые (большая часть), цоба-красители и др.; их выпускают в порошок, пасте (10-, 12,5-, 20-, 25-, 40%-ной) и в виде стойких твердых лейко соединений—т. н. кубов; применяют их для крашения растительных и животных волокнистых материалов.

А. К. растительных волокнистых материалов. Кубовые индигоидные красители при восстановлении переходят в лейко соединения, растворимые в щелочах. В зависимости от свойств щелочных растворов этих лейко соединений способы К. бывают различными: лейко соединения части куб. индигоидных красителей (индиго, его производные, тиюиндиго красный и др.) обладают слабо выраженными субстантивными свойствами; поэтому при погружении волокнистого материала в щелочной раствор лейко соединения происходит выделение (адсорбция) лейко соединения в виде натриевых солей; однако лейко соединения на волокне не фиксируются вовсе или фиксируются совсем незначительно. Для закрепления адсорбированных лейко соединений необходимо их окислить на воздухе в соответствующие красители. К. этой группой красителей для получения интенсивных окрасок обычно производят в несколько проходов, состоящих в погружении в раствор лейко соединений волокнистого материала с последующим окислением на воздухе (см. *Индиго*, при м е н е н и е в к р а ш е н и и). Лейко соединения другой части куб. индигоидных красителей по свойствам приближаются к куб. антрахиноновым, т. е. их лейко соединения обладают более выраженными субстантивными свойствами. При К. этими красителями сначала происходит выделение (адсорбция) натриевой соли лейко соединения, затем закрепление ее на волокне; закрепленное лейко соединение подвергается окислению в куб. индигоидный краситель «завешиванием» на воздухе или промывкой водой. Способы крашения этой группой красителей растительных волокнистых материалов в общем аналогичны ранее описанным при куб. антрахиноновых.

Б. К. животных волокнистых материалов. Способность лейко соединений куб. индигоидных красителей растворяться в небольшом количестве щелочи позволяет применять их для К. животных волокнистых материалов, гл. обр. шерсти. Выпускаемые для этой цели герм. красочными ф-ками IG красители имеют общее название г е л и н д о н о в ы х к р а с и т е л е й. К. этими красителями основано на том, что животные волокна, будучи погружены в слабощелочной раствор натриев. соли лейко соединения красителя, выбирают его повидимому в виде свободного лейко соединения. Для фиксации красителя волокнистый материал отжимают и окисляют на воздухе; при этом лейко соединение окисляется в краситель. Для ускорения выделение лейко соединения волокон в красильную ванну иногда прибавляют соли аммония  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{CH}_3\text{COONH}_4]$  и уксусную к-ту. Перед крашением краситель восстанавливают в концентрированном водном растворе (1 : 30) гидросульфитом натрия в присутствии едкого натра, причем на одну часть красителя берут 0,7—1,4 ч. NaOH

(в небольшом избытке против теории) и 1—1,6 ч.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ . Восстановление происходит при  $t^\circ 55\text{—}75^\circ$ . Конц. раствор восстановленного красителя вливают в красильн. ванну (длиною 35:1—50:1). Готовая красильная ванна кроме красителя содержит еще клеи и ализариновое масло, играющие роль защитных коллоидов и предохраняющие шерстяное волокно от ослабления щелочами. К. производится при темп-ре  $50\text{—}60^\circ$  и продолжается  $1/2\text{—}1$  ч. После указанного времени волокнистый материал отжимают и подвергают окислению на воздухе в течение 15—30 мин.; затем операцию К. повторяют несколько раз (обычно 2—3 раза) до получения требуемой интенсивности окраски; в заключение промывают водой. Для получения средних и светлых по интенсивности окрасок куб. индигоидными красителями в один прием можно применить аммониевые соли  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$  и уксусную к-ту. При К. этими красителями происходит нек-рое ослабление шерсти на разрыв (до 6%), однако это ослабление меньше, чем при крашении хромировочными красителями.

К. и н д и г о з о л я м и заключается в том, что волокнистый материал пропитывают раствором *индигозоля* (см.), а затем пропускают через окислительную ванну в кислой среде омыляют и окисляют индигозоль в соответствующий куб. краситель. Индигозоли применяют для К. как растительных, так и животных волокнистых материалов. К. растительных волокнистых материалов в настоящее время в зависимости от способов окисления осуществляют след. тремя способами. 1) Окисление  $\text{FeCl}_3$ : ткань плюсоют раствором индигозоля (от 25 до 125 г в 1 л), сушат и для омыления и окисления пропускают через раствор  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  при  $t^\circ 30\text{—}50^\circ$ . 2) Окисление  $\text{HNO}_3$ : ткань плюсоют раствором индигозоля и  $\text{NaNO}_2$ , сушат и (для омыления и окисления) пропускают через раствор серной кислоты. 3) Запарной способ: ткань плюсоют раствором индигозоля, роданистого аммония,  $\text{NH}_4\text{CNS}$ , или щавелевокислого аммония,  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ , в присутствии  $\text{NaClO}_3$  и  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ , сушат и запаривают в зрельнике 2—5 м. При этом под действием высокой  $t^\circ$  происходят гидролиз  $\text{NH}_4\text{CNS}$  или  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  и выделение соответствующих кислот, которые переводят  $\text{NaClO}_3$  в  $\text{HClO}_3$ ; последняя под действием катализатора — ванадиевоаммониевой соли ( $\text{NH}_4\text{VO}_3$ ) омыляет и окисляет индигозоль в соответствующий куб. краситель. Для К. хлопковых тканей в настоящее время применяют индигозоли 0,04 В; К. другими индигозолями из-за их дороговизны пока не имеет практич. значения. К. ж и в о т н ы х в о л о к о н (главн. обр. шерсти) состоит из двух стадий: в первой—шерсть окрашивают в кислой ванне индигозолью как кислотным красителем, причем индигозоль закрепляется на шерсти, образуя химич. соединение; во второй стадии закрепленный т. о. индигозоль омыляют и окисляют в куб. краситель пропуском шерсти через подкисленный  $\text{H}_2\text{SO}_4$  раствор  $\text{NaNO}_2$ . В заключение шерсть промывают и сушат.

Г и д р о н о в ы е к р а с и т е л и по красильным свойствам близки к куб. красите-

лям, особенно к куб. антрахинонным. К группе гидрновых красителей относятся: гидрон синие G, R, гидрон фиолетовый и гидрон сине-черный, строение к-рых до сих пор еще не установлено. Эти красители являются как бы переходными между сернистыми и кубовыми, т. к. по способу получения они аналогичны сернистым (получаются сплавлением с сернистыми щелочами производных карбазола), а по красильным свойствам близки к сернистым и куб. антрахинонным; они восстанавливаются раствором  $\text{Na}_2\text{S}$ , а также  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  в щелочной среде; полученные лейкосоединения обладают субстантивными свойствами, адсорбируются волокном и закрепляются как субстантивные. Крашение ими может происходить по способу сернистых красителей (с  $\text{Na}_2\text{S}$ ) или кубовых (с  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  в присутствии  $\text{NaOH}$ ) или же по комбинированному способу, применяя одновременно  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  и  $\text{NaOH}$ . Гидрновые красители применяют для К. только растительных волокнистых материалов. Особенно большое применение для К. находят гидрон синие G, R. Прочность их окрасок занимает среднее место между сернистыми и куб. красителями.

Куб. красители находят в настоящее время большое применение для К. волокнистых материалов, в особенности в тех случаях, когда к прочности окрасок (к свету, мытью и друг.) предъявляют высокие требования, причем нек-рые из этих красителей (группа индантронов) дают окраски, по прочности до сих пор еще не превзойденные красителями других классов: к свету 7—8, мытью 5, воде 5, хлору 5, бучению 5 и т. д. Особенно часто куб. красители применяют для К. растительных волокнистых материалов (хлопка, льна), но и для К. животных волокон (шерсти) для получения особо прочных окрасок к свету и влаге находят большое применение куб. индигоидные красители. Список стандартных красителей ВТС содержит 37 куб. красителей (около 20% от всего количества). Главное применение из этих красителей находят индиго, яркое индиго 4В, гидрон синие G, R, индантрон синий GCDN, РК, индантрон яркий зеленый В, 2G, индантрон желтый G, 3RT, гелиндон оранжевый R, индантрон коричневый G, R, индантрон яркий розовый В, R, индантрон яркий фиолетовый ВВК, индантрон красный РК, гелиндон прочный алый В, G, тиоиндиго красный В, тиоиндиго алый 2G и др.

**К. сернистыми красителями**, см. *Сернистые красители*.

**К. ледяными красителями**. «Ледяные», или «холодные», красители представляют нерастворимые в воде *азокрасители* (см.), не содержащие сульфогрупп и образующиеся на волокнах сочетанием различных азосоставляющих и х—нафтолов ( $\beta$ -нафтола, нафтола AS и его производных) и аминов (хризоидина) с д и а з о с т а в л я ю щ и м и—диазотированными аминами (*n*-нитранилином, *a*-нафтиламином, дианизидином, *m*-нитро-*n*-толуидином и др.). Ледяными их называют потому, что реакция сочетания происходит в большинстве случаев при низкой  $t^\circ$ , получаемой охлаждением растворов при помощи льда. К. в общем случае заключает-

ся в том, что волокнистый материал пропитывают раствором азосоставляющей, отжимают, высушивают и пропускают на холоду через раствор диазосоставляющей; при этом на волокне образуется нерастворимый азокраситель. Ледяные красители находят применение почти исключительно для К. растительных волокнистых материалов, гл. обр. хлопка; для животных волокон эти красители пока значения не имеют вследствие щелочности применяемых растворов нафтолов, а также вследствие могущего образоваться сочетания кератина шерсти и фибрина шелка с диазониевыми солями с образованием тусклых цветных соединений.

А. К. растительных волокнистых материалов (хлопка, льна и др.). При К. этих материалов в настоящее время применяют в качестве азосоставляющих нафтолы ( $\beta$ -нафтол и группу нафтолов AS) и амины хризоидина.

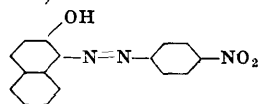
1)  $\beta$ -нафтол в качестве азосоставляющей находит большое применение для образования на растительных волокнах (особенно на хлопке) нерастворимых азокрасителей сочетанием с диазотированными аминами. Крашение состоит из двух стадий: а) нафтолирования волокнистого материала  $\beta$ -нафтолятом натрия и б) сочетания с диазотированными аминами.

а) **Нафтолирование**.  $\beta$ -нафтол в воде нерастворим, а потому его предварительно растворяют в щелочах ( $\text{NaOH}$ ); при этом образуется нафтолят  $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{ONa}$ . Нафтольная ванна обычно содержит в 1 л 25—30 г  $\beta$ -нафтола.  $\text{NaOH}$  берут такое количество, какое требуется теоретически для образования нафтолята (или несколько больше). Для растворения применяют обыкновенно 16%-ный  $\text{NaOH}$  ( $22^\circ \text{В}^\circ$ ). Избыток  $\text{NaOH}$  уменьшает устойчивость нафтолята и мешает сочетанию с диазосоединениями. Для увеличения устойчивости к нафтоляту прибавляют сульфит, а также раствор рвотного камня в глицерине (Лаубер-Каберти). Без этих прибавок волокнистый материал, пропитанный нафтолятом, легко буреет вследствие окисления нафтолята, а это дает при сочетании с диазониевыми солями тусклую окраску. В нафтольн. ванну прибавляют (обыкновенно для «паракрасного») ализариновое масло (от 20 до 60 г в 1 л), которое увеличивает степень дисперсности образующегося азокрасителя, вследствие чего красная окраска (паракрасного) приобретает синеватый оттенок; соли алюминия  $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$  уменьшают степень дисперсности и от них окраска становится желтоватой. Для получения синеватого оттенка при паракрасном к  $\beta$ -нафтолу иногда прибавляют 2, 7-нафтолсульфоокислоту—«оттеночную» соль. Нафтолирование волокнистого материала происходит при  $t^\circ$  15—25°. В виду того что волокнистый материал хотя и выбирает нафтол, но незначительно, для получения ровной окраски волокнистый материал необходимо равномерно пропитать нафтолятом натрия: ткани плюсоут в плюсовке, а пряжу выхаживают в соляных машинах (см. *Красильные аппараты*) и равномерно отжимают; после этого нафтолированный волокнистый материал высушивают при  $t^\circ$  не выше 60° во избежание возгонки

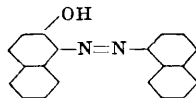
$\beta$ -нафтола. Этот недостаток мешает применению  $\beta$ -нафтола одновременно с запарными красителями, требующими для своего фиксации запаривания. В связи с этим были предложены 2, 1-оксинафтойная кислота и сульфид нафтола (А. Е. Порай-Кошиц), щелочные соли которых отличаются большой стойкостью к высушиванию и запариванию. При сочетании с аминами они разлагаются на  $\beta$ -нафтол и соответственно  $\text{CO}_2$  и S.

б) Во второй стадии К. ледяными красителями нафтолированный, отжатый и высушенный волокнистый материал пропускают через раствор диазониевой соли при  $t^\circ 0-10^\circ$ . В качестве аминов применяют *n*-нитранилин,  $\alpha$ -нафтиламин, *m*-нитранилин, дианзидин, бензидин, *n*-нитро-*o*-анзидин и др.; для получения диазониевого соединения необходимо взять избыток к-ты, например 2,5—3 молекулы HCl на 1 молекулу мономина, т. к. при избытке к-ты диазотирование идет лучше и диазораствор более стоек.  $\text{NaNO}_2$  берут в нек-ром избытке (1,1 молекулы на 1 молекулу мономина) во избежание образования нерастворимого диазоимидосоединения. Диазотирование в большинстве случаев происходит при  $t^\circ 0-10^\circ$ ; концентрация амина обыкновенно берут такую, чтобы количество его в растворе было эквивалентно количеству  $\beta$ -нафтола. Приготовленный так. обр. диазораствор довольно стоек, т. к. содержит избыток HCl, но для сочетания с  $\beta$ -нафтолом он не годится, т. к. HCl разлагает нафтолят с выделением  $\beta$ -нафтола, в нерастворенном виде неспособного к сочетанию. В противоположность сильно диссоциированной HCl уксусная к-та и другие мало диссоциированные к-ты не мешают сочетанию; поэтому непосредственно перед употреблением к диазораствору прибавляют  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$  и другие соли, нейтрализующие всю HCl с выделением  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и других кислот, не препятствующих сочетанию. Однако такие «нейтрализованные» уксуснокислые и другие растворы обладают малой стойкостью, поэтому их надо по возможности быстро пускать в работу. В нек-рых случаях, когда прибавление этих солей значительно ускоряет разложение (например при дианзидине), их прибавляют в нафтольный плюс. Для облегчения работы красильных отделений красочные ф-ки выпускают готовые стойкие диазониевые соединения, получаемые например осаждением из раствора диазониевой соли при помощи NaOH—«нитрозамины»  $\text{R}\cdot\text{N}:\text{NONa}$  (нитрозамин JG), или готовят обменным разложением стойкие диазониевые соли с нафталисульфокислотами (парадурул, паранил IG) и наконец переводят диазониевые соли в двойные с  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{SnCl}_4$  и выпаривают их в вакууме (азофор, нитразол, паразол IG). При сочетании нафтолята с диазониевыми солями образуется на волокне нерастворимый азокраситель, причем азогруппа становится в *n*-положение, если же оно занято, то в *o*-положение к OH-группе  $\beta$ -нафтола; *o*-соединения отличаются большей прочностью к щелочам, а следовательно и к мыловке, чем *n*-соединения; на этом гл. обр. основано применение  $\beta$ -нафтола, а не  $\alpha$ -нафтола. Наиболее распространены сле-

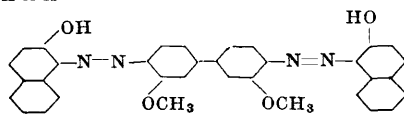
дующие нерастворимые азокрасители. Паранил-тра-ни-ли-но-вы-й-к-рас-ный (паракрасный)



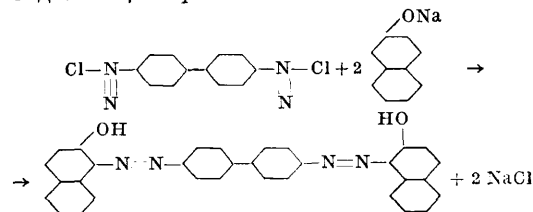
получается сочетанием диазотированного *n*-нитранилина с  $\beta$ -нафтолом. Молекула полученного азокрасителя содержит OH-группу в *o*-положении к азогруппе, что обуславливает его способность образовывать лаки (с медными солями—коричневого цвета). По этой причине полученные окраски чувствительны к солям меди, вызывающим потускнение красного цвета. Паракрасный в больших количествах применяется для крашения хлопковой ткани в красный цвет, близкий к ализариновому красному, но уступающий ему по яркости и прочности к мытью и свету.  $\alpha$ -Н а ф т и л а м и н о в ы й б о р д о (Л а ф и т)



получается при сочетании  $\beta$ -нафтола с диазотированным  $\alpha$ -нафтиламином и применяется в больших количествах для К. хлопковой ткани в цвет бордо. Дианзидиновый синий



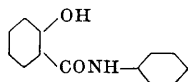
получается при сочетании  $\beta$ -нафтола с тетразотированным дианзидином. Фиолетовая окраска приобретает красивый синий цвет, если к диазораствору прибавить соли меди (образуется повидимому Cu-лак). Бензидиновый коричневый (пюс) получается при сочетании тетразотированного бензидина с  $\beta$ -нафтолом



Сочетание осуществляют т. о., что нафтолированную ткань и пряжу пропускают через диазораствор, находящийся в плюсовке, солильной машине или барке, где ткань выхаживают несколько секунд в плюсовке, а пряжу—до 15 ск. в солильной машине или барке. Для окончания реакции волокнистый материал иногда оставляют некоторое время лежать на воздухе, после чего промывают и мылуют (2 г мыла в 1 л) в течение 20 м. при  $60^\circ$ . Интересен адсорбционный способ (М. Ильинский), который заключается в том, что хлопковую пряжу выхаживают в водной суспензии осажденного  $\beta$ -нафтола (от 1 до 3% по весу пряжи) в ванне длиной 5 : 1. Под влиянием молекулярных сил происходит равномерное распределение (адсорбция)

твердого  $\beta$ -нафтола по всей поверхности волокна; при пропуске нафтолированной пряжи через диазораствор (из *n*-нитранилина) адсорбированный  $\beta$ -нафтол сочетается с диазосоединением и образуется равномерная красная окраска.

2) Нафтол AS (анилид 2, 3-оксинафтойной кислоты)



и его производные обладают субстантивными свойствами и не склонны к сублимированию. Щелочные растворы нафтолов AS представляют собою коллоидальные растворы, содержащие мало дисперсные частицы. К группе нафтолов AS относятся нафтолы: BS (*m*-нитранилид  $\beta$ -оксинафтойной к-ты), BG, BO ( $\alpha$ -нафталид  $\beta$ -оксинафтойной к-ты), BR (дианизидид  $\beta$ -оксинафтойной кислоты), D (*o*-толуидид  $\beta$ -оксинафтойной к-ты), G, OL, RL (*n*-анизидид  $\beta$ -оксинафтойной кислоты), SW ( $\beta$ -нафталид  $\beta$ -оксинафтойной кислоты), TR (5-хлор-*o*-толуидид  $\beta$ -оксинафтойной к-ты). Растительные волокна адсорбируют нафтолы из их щелочных растворов, причем электролиты способствуют фиксации нафтолов на волокне. Защитные коллоиды (ализаминоное масло, клей и др.) увеличивают степень дисперсности и задерживают выбирание. К. состоит из двух стадий—нафтолирования и сочетания. Нафтолированный этими нафтолами волоконный материал отжимают и, не высушивая, сразу пропускают для сочетания через диазораствор, полученный диазотированием аминов т. н. «оснований».

а) Нафтолирование. Нафтолы группы AS в воде тоже нерастворимы, поэтому их растворяют в NaOH; при этом образуются нафтоляты натрия. Концентрация нафтолов в нафтольной ванне зависит от интенсивности окраски, свойств нафтола, способа работы и применяемой аппаратуры и колеблется в пределах 2—16 г в 1 л. В нафтольный раствор прибавляют электролиты, способствующие выбиранию нафтола волокном, ализаминоное масло и клей, увеличивающие степень дисперсности нафтолов, и формалин; последний предохраняет нафтол от окисления и тем предупреждает образование пятнистой окраски при лежке на воздухе нафтолированной пряжи и ткани. В случае сушки, промежуточной между нафтолированием и сочетанием, формалина в раствор нафтола не прибавляют. Ализаминоное масло и по отношению к формалину играет роль защитного коллоида, предупреждая выпадение осадка—трудно растворимой двойной соли формалина с нафтолом. Нафтолирование происходит при 25—30°—оптимальной  $t^\circ$  выбирания нафтолов. Продолжительность нафтолирования колеблется в пределах от  $\frac{1}{2}$  мин. до  $\frac{1}{2}$  ч. При нафтолировании происходит неполное выбирание нафтолов, поэтому работают в старых нафтольных ваннах, подкрепляемых соответствующими количествами нафтола (в зависимости от степени выбирания их). Нафтолированную пряжу и ткань отжимают до 50—80% содержания влаги и в мокром виде пропускают для сочетания через диазораствор.

б) С о ч е т а н и е происходит в растворе диазотированных аминов «оснований», из которых наиболее часто применяются след.: прочный красный GL (3-нитро-4-аминотолуол), 3GL (2-нитро-4-хлоранилин), RL (5-нитро-2-аминотолуол), R (4-хлор-2-аминоанизол), KB (солянокислая соль 4-хлор-2-аминотолуола), GG (*n*-нитранилин), BB (*o*-анизидин), B (*n*-нитро-*o*-анизидин), алый В ( $\beta$ -нафтиламин), G (4-нитро-2-аминотолуол), GC (солянокислая соль 4-нитро-2-аминотолуола), GG (2, 5-дихлоранилин), R (4-нитро-2-аминоанизол), оранжевый R (*m*-нитранилин), G (*m*-хлоранилин), гранатовый G (*o*-аминоазотолуол), R ( $\alpha$ -нафтиламин), коринфский В (бензидин), желтый С (*o*-хлоранилин), GG (солянокислая соль *o*-хлоранилина), черный LB (продукт сочетания диазотированного *o*-фенетидина с  $\alpha$ -нафтиламином), темносиний R (толидин), прочный синий R (дианизидин). Диазотирование этих оснований происходит при 10°, а в некоторых случаях даже при 15—18°. Для нейтрализации к-ты перед сочетанием прибавляют  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ; последний увеличивает стойкость диазораствора, так как он связывает избыток NaOH в нафтолированной ткани, образуя  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Концентрация оснований обусловливается интенсивностью окраски и гл. обр. концентрацией применяемых нафтольных растворов. Продолжительность сочетания доходит до  $\frac{1}{2}$  ч. После пропуска нафтолированной ткани через диазораствор следует промывка, а иногда еще и кислотка для удаления  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и Al-мыл, образующихся на ткани в случае применения  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , затем мыловка (2 г соды или 2—3 г мыла в 1 л) в течение 15 мин. на-кипу. Мыловка здесь имеет целью не только удаление незакрепленных частиц азокрасителя, т. е. увеличение прочности окраски к трению, но и увеличение прочности к свету и хлору (Лехнер).

Для облегчения работы красильных отделений красочные ф-ки выпускают готовые стойкие диазониновые соли прочных оснований под названием красильных солей в виде 20-, 25- и 40%-ной пасты. В настоящее время наибольшее значение имеют для К. хлопка: 1) синяя окраска дианизидином по нафтолу AS и 2) нафтольная красная окраска, получаемая на хлопке при помощи нафтолов AS и AS-BS и прочного красного основания GL (*m*-нитро-*n*-толуидина), имеющая прочность к свету 6—7, к хлору 4—5 и к мытью 5; эта окраска по простоте, дешевизне и прочности может конкурировать с окраской ализамино красным; единственное преимущество последнего—высокая прочность к бучению.

3) П р и м е н е н и е х р и з о и д и н а. Для получения прочной коричневой окраски хлопковую ткань плюсуют водным раствором хризоидина (15—20 г в 1 л) в присутствии уксусной к-ты, высушивают и пропускают через раствор диазотированного *n*-нитранилина. При этом происходит образование на волокне нерастворимого азокрасителя—т. н. паракоричневого, или азобистра. После пропуска через диазораствор ткань для окончания реакции сочетания оставляют лежать на воздухе 15—20 мин., после чего промывают и мылуют.

Б. К. животных волокнистых материалов. Как уже указывалось, ледяные красители пока практич. значения для К. шерсти и шелка не имеют, т. к. применение щелочн. растворов нафтолятов может вызвать ослабление крепости волокон, а также потому, что при этом получают тусклые цвета. Попытки окрашивать предварительным пропуском через диазораствор с последующим сочетанием с нафтолами дали тоже плохие результаты. В последнее время вопросу К. ледяными красителями животных волокон уделяют все больше и больше внимания, как видно по производящимся исследовательским работам. На основании этих работ К. ледяными красителями (особенно по нафтолу AS) животных волокон вполне возможно без ослабления волокон при условии непродолжительной обработки нафтолятами при низких  $t^{\circ}$  и особенно в присутствии защитных коллоидов (ализаринового масла, сульфитцеллюлозных щелочков и др.).

**К. черным анилином**, см. *Черный анилин*.

**К. минеральными красками.** Минеральные краски представляют нерастворимые в воде неорганические соли или окислы, образующиеся на волокнистых материалах обменным разложением соответствующих солей или осаждением гидратов оснований металлов (иногда с последующим окислением). В настоящее время они почти вытеснены искусственными органич. красителями, при помощи к-рых можно получить окраски более дешевыми и простыми способами; к тому же некоторые из них недостаточно прочны и кроме того ядовиты. Из минеральных красок наибольшее значение имеют желтый крон, оранжевый крон, берлинская лазурь, бистр марганцевый, железная бланжа, или шамуа, и окись хрома; главное применение они находят для крашения растит. волокнистых материалов за исключением берлинской лазури и окиси хрома, которыми окрашивают также и животные волокна. **Ж е л т ы й к р о н** — средняя хромовосвинцовая соль,  $PbCrO_4$ , образуется на растительных волокнах при взаимодействии солей Pb или гидрата его окиси с хромпиком. Крашение состоит из трех стадий: пропитывания солью Pb, закрепления ее в виде гидрата окиси или же сернокислой соли и пропуска через раствор хромпика. Способ этот применяется почти исключительно для К. тканей. Ткань равномерно пропитывают 15%-ным раствором уксусновинцовой соли при  $t^{\circ} 70^{\circ}$ , высушивают и пропускают через 10%-ный раствор глауберовой соли для осаждения  $PbSO_4$ , промывают, пропускают через раствор хромпика (5 г в 1 л) при  $t^{\circ} 50^{\circ}$  и окончательно промывают. **О р а н ж е в ы й к р о н**, основная хромовосвинцовая соль,  $PbCrO_4 \cdot Pb(OH)_2$ , получается при пропуске через раствор щелочей волокнистого материала, окрашенного желтым кроном. В качестве щелочи обычно применяют горячий раствор известкового молока (1 г в 1 л), которым в течение  $\frac{1}{2}$  часа обрабатывают ткань. Окраски как желтым, так и оранжевым кроном прочны к мытью и свету, но изменяются от действия  $H_2S$  вследствие образования  $PbS$  (буреют). Так как хромовосвинцовые соли ядовиты, то и тка-

ни, окрашенные ими, также могут оказывать вредное действие на организм. *Берлинская лазурь* (см.) получается на волокнах при взаимодействии солей окиси железа и желтой кровяной соли. К. заключается в пропитывании или протравлении волокнистого материала раствором соли окиси железа и в пропуске его через подкисленный раствор желтой кровяной соли. Для увеличения яркости к растворам солей железа и желтой кровяной соли прибавляют соли олова, напр.  $SnCl_2$ . Берлинскую лазурь обычно получают из разбавленных растворов, и волокнистый материал пропускают через растворы несколько раз. Окраски берлинской лазурью прочны к свету и кислотам, но совершенно непрочны к щелочам и мыловке, т. к. распадаются на  $Fe(OH)_3$  и щелочную соль железистосинеродистоводородной кислоты. В наст. время берл. лазурь применяют при К. шелка не как самостоятельную краску, а в качестве отяжеляющего вещества при провесе К. шелка в черный цвет. *Бистр* (см.) марганцевый,  $MnO_2$ , образуется на волокнистых материалах окислением гидрата закиси марганца. К. состоит из трех стадий: равномерного пропитывания раствором соли закиси марганца и сушки, пропуска через раствор щелочи, с целью образования гидрата закиси марганца, и окисления. В качестве соли закиси марганца чаще всего применяется  $MnCl_2$ ; волокнистый материал равномерно плюсоют (в виде ткани) раствором этой соли (50 г и более в 1 л в зависимости от требуемой интенсивности окраски), плюсованную ткань сушат, затем проводят через горячий раствор щелочи ( $NaOH$  15—18° Вё), причем на волокнах образуется гидрат закиси марганца; затем ткань вывешивают на воздухе для окисления гидрата закиси марганца в перекись; ткань окрашивается в коричневый цвет. Окисление воздухом недостаточно, поэтому волокнистый материал подвергается обработке более сильными окислителями:  $K_2Cr_2O_7$ ,  $NaClO_3$ , белильной известью и другими, после чего ткань промывают и сушат. Коричневые окраски марганцевым бистром прочны к свету, мылу, щелочам и кислотам. *Бланжа железная* (см.), осаждаемая на волокнах, дает окраски от светложелтого до коричневого цвета. К. состоит: 1) в пропитывании волокнистого материала раствором соли закиси железа, например  $FeSO_4$  (5—10 г в 1 л), и сушке, 2) в пропускании через нагретый раствор жидкого стекла или  $Ca(OH)_2$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $NaOH$ ,  $NH_3$  или через суспензию мела для получения гидрата закиси железа и нейтрализации к-ты и наконец 3) в окислении гидрата в окись железа путем проводки волокнистого материала через ванну с белильной известью и в промывке. Обычно К. ведут в мало конц. растворах и повторяют операцию несколько раз. Если вместо закисных солей применяют окисные, например основные сернокислые соли окиси железа, то бланжу сразу получают при пропуске через раствор  $Na_2CO_3$  (2—3% от веса ткани). Окраски железной бланжей прочны к свету, щелочам, мылу, но чувствительны к действию кислот и  $K_4Fe(CN)_6$ . **О к и с ь х р о м а**,  $Cr_2O_3$ , осаждаемая на волокнах, дает окраски желтовато-зеленого цвета. К. производится

по способу, описанному при К. волокнистых материалов протравными красителями (см. выше). Раньше окись хрома применяли в смеси с железной бланжей, а также с окисью меди для получения различных оттенков цвета хаки.

Не все описанные выше группы красителей находят одинаковое применение. Обычно для получения определенного цвета окраски можно применить различные красители, принадлежащие к разным группам; выбор обуславливается различными практич. соображениями, между которыми главную роль играют: стадия механич. обработки, в к-рой волокнистый материал подвергается окраске (непряденные волокна, пряжа, ткань и т. п.), качество материала, стоимость окраски и наконец назначение окрашенного товара, обуславливающее собою ту или иную степень прочности окраски (к свету, мытью, воде, поту, валке и др.).

Д. Грибоедов.

**К. хлопка.** Хлопок окрашивается субстантивными, основными, протравными, кубовыми, сернистыми и ледяными красителями, черным анилином и (редко) минеральными красками. За последние 30—35 лет хлопок стали красить в различных стадиях механич. обработки—в виде непряденого материала, кардной (чесаной) ленты, ровницы, пряжи в мотках, початках, крестовых шпулях, основы, ткани, трикотажа и др. Хлопковое волокно содержит небольшое количество естественных примесей (вещества характера восков и жиров и красящие вещества, обуславливающие желтый или серый цвет волокна); кроме того на волокне могут находиться и посторонние примеси (жировые и крахмалистые вещества), входящие в состав *шликты* (см.), наносимой на хлопок перед тканьем. Естественные красящие вещества хлопка служат помехой только при получении светлых и ярких окрасок, а остальные примеси волокна в значительной степени препятствуют легкому смачиванию его красильной жидкостью, что затрудняет получение ровных окрасок и полного прокраса. Поэтому окрашиваемый хлопчатобумажный материал обыкновенно подвергают перед К. предварительной обработке (для удаления этих примесей), зависящей от способа окраски, от природы применяющегося красителя и от интенсивности и яркости требуемого оттенка. В одних случаях достаточно одного замачивания материала или отварки его без давления на одной воде или с прибавкой соды, едкого натра, мыла, «контакта», ализаринового масла и т. д., в других—требуется *бучение* (см.) материала; для достижения же возможно более ярких и чистых оттенков необходимо бывает полное его *беление* (см.). Часто хлопок красят в суровом виде без всякой предварительной подготовки (непряденый материал, пряжа в мотках, шпулях, навоях, дешевые ткани).

К. непряденого хлопка производится в ручных барках, механич. аппаратах упаковочной системы, аппаратах непрерывного действия, а также в барабанах и овальных аппаратах с лопастями (см. *Красильные аппараты*). Применяют гл. обр. субстантивные, сернистые и кубовые красители и (в небольшом количестве) основные и ледяные.

Чаще всего хлопок поступает в К. в суровом виде; в нек-рых же случаях, напр. если красят при низкой  $t^{\circ}$  или перед протравлением таннином, практикуется предварительная замочка материала или отварка его на-кипу. Субстантивные красители находят нек-рое применение для К. непряденого хлопка (если не предъявлять больших требований к прочности окраски) вследствие простоты процесса К., легкой их растворимости и хорошей эгализирующей способности. Окрашенный хлопок обычно промывают в этом же аппарате и, если нужно, здесь же подвергают: 1) диазотированию с последующим проявлением аминами или фенолами и 2) обработке металлическими солями. Большое применение для К. непряденого хлопка имеют сернистые красители, которыми также предпочитают работать в механич. аппаратах (железных). Больше всего красят в средние и темные цвета и на-кипу, поэтому предварительной подготовки хлопка не требуется. Обработка окрашенного непряденого хлопка металлическ. солями или подцветка основными или субстантивными красителями практикуется весьма редко. К. кубовыми красителями производится преимущественно в аппаратах упаковочной системы (гл. обр. в светлые тона; получение равномерной окраски в темные тона затруднительно) и в барках, снабженных отжимными валами. К. непряденого хлопка посредством индиго обычно производится в барках с ситом или в аппаратах непрерывного действия, причем в работу идет сухой суровый хлопок. Аналогично красят кубовыми красителями и в барке, но промывать и мыловать лучше в специальных мойных машинах для хлопка. К. основными красителями производится по таннино-сурьмяной протраве и по катанолу, допускающему в отличие от таннина работу в железных аппаратах. Работают в барках и механич. аппаратах, предпочтительно по отваренному хлопку, по обычному способу. В темные оттенки красят иногда по товару, предварительно окрашенному субстантивными или сернистыми красителями. Практикуется также для повышения прочности окраски повторная обработка окрашенного хлопка таннином или солью сурьмы. Непряденый хлопок красят иногда в суровом виде в красный цвет ледяными красителями в барках и аппаратах упаковочной системы.

К. кардной (чесаной) ленты и ровницы. Лента красится преимущественно в аппаратах упаковочной системы, а ровница—в аппаратах насадочной системы. Находят также некоторое применение и аппараты непрерывного действия. Лента красится гл. образом в виде свертков. К. требует большой осторожности, в особенности для ровницы, так как здесь неровность окраски весьма трудно исправить в процессе дальнейшей механич. обработки. Предварительная подготовка к крашению и само крашение производится таким же образом, как у непряденого волокна.

К. пряжи в мотках. Пряжу красят всеми применяемыми для хлопка красителями в барках и механич. аппаратах периодического или непрерывного действия. К. суровой пряжи практикуется редко; обычно

ее предварительно отваривают или отбеливают. Субстантивными красителями в барке красят как в светлые тона, так и в темные. В аппаратах красят преимущественно в темные цвета и в короткой ванне. При работе с мерсеризованной пряжей рекомендуется добавлять к красильному раствору эмульгирующие вещества (ализариновое масло, мыло и друг.). Пряжу для швейных ниток красят в больших количествах в барках Вильсона и иногда в машине типа Гербера. Для субстантивных красителей наиболее употребительны обработки формальдегидом и солями меди и хрома, а также последующее диазотирование и сочетание с «проявителями». Основными красителями красят преимущественно по отбеленной пряже в ручных барках и машинах типа Вильсона и Гербера. Красят как по танинно-сурьмяной протраве, так и по катанольной. Протравленную и промытую пряжу окрашивают обыч. способом. Сернистыми красителями пряжу окрашивают в ручных барках, снабженных отжимными валами, а также в механич. аппаратах упаковочной системы. В аппаратах красят преимущественно в темные цвета и промывают в том же аппарате. Мерсеризованную пряжу красят при невысокой  $t^\circ$  без добавки солей, но с ализариновым маслом. Кубовыми красителями красят гл. обр. в барках в средние и светлые оттенки, поэтому пряжу предварительно отваривают или полностью отбеливают. Куб применяют гидросульфитный и восстановление ведут обычно в самой красильной ванне, за исключением альголевых красителей, для которых требуется готовить отдельную матку. К. индиго производится как в барках, так и в механич. аппаратах, напр. Планелла. Ледяными красителями красят больше всего в красный и бордо цвета как по  $\beta$ -нафтолу, так и по нафтолам ряда AS. Предварительно же пряжу только отваривают или полностью отбеливают. Нафтолирование высушенной или только отжатой пряжи производят в соляной машине, барке, а также аппаратах упаковочной системы. Нафтолированную пряжу отжимают до 50%-ного содержания жидкости и проявляют в сыром виде (для нафтолов ряда AS) или предварительно высушивают ее при 50—60°. Проявление производят в барке или соляной машине. Черным анилином пряжу красят как по однованному, так и по окислительному способам. По первому способу красят в барках или аппаратах типа Гербера. Получаемые по этому способу окраски мало прочны к трению и имеют бронзоватый оттенок. Поэтому предпочитают работать по более сложному окислительному способу, по которому удается получить окраски, прочные к трению и красиво-го оттенка.

К. пряжи в виде крестовых шпуль и початков производят субстантивными, основными, сернистыми, кубовыми и ледяными красителями в механических аппаратах. Крестовые шпули красят кроме того в небольших количествах субстантивными и сернистыми красителями в пенных аппаратах. Подготовка шпуль перед К. зависит как от характера применяемых красителей, так и от глубины получае-

мых оттенков, а также от  $t^\circ$ -ных условий К. Субстантивными красителями красят, как и непряденый хлопок, в механич. аппаратах; в случае плотной намотки шпуль особенно рекомендуется добавка смачивающих веществ в красильную ванну. Для светлых оттенков к красильному раствору добавляют только эмульгирующие вещества, а для темных берут и небольшое количество соли. К. основными красителями производится по обычному для непряденого хлопка способу К. в аппаратах. Сернистыми красителями окрашивают в аппаратах упаковочной и насадочной систем — по обычным способам. К. кубовыми красителями не представляет затруднений: применяют гидросульфитный куб и красят по предварительно отваренному и отжатому материалу. Индиго красят преимущественно в механич. аппаратах насадочной системы специальной конструкции. При ледяном К. крестовые шпули пропитывают нафтолом в аппаратах упаковочной и насадочной систем, а початки — только в последних; затем следуют проявление диазораствором и промывка. Предварительная подготовка шпуль перед К. такая же, как для пряжи.

К. основы производится гл. обр. на навоях в механич. аппаратах насадочной системы теми же красителями, как шпули и початки, затем в проходных аппаратах субстантивными, сернистыми и кубовыми красителями, а иногда и во время шлихтования. Для сернистых красителей не требуется предварительной подготовки основы и применяются красильные растворы с содержанием 10 — 15 г красителя (в порошок) в 1 л. К. в шлихте практикуется только для дешевого товара и в светлые тона; при этом либо раствор красителя добавляют непосредственно в шлихту либо перед шлихтовальной машиной ставят отдельное корыто с концентрированным раствором красителя и с отжимными валами.

К. чулков и трикотажа. Чулки красят гл. обр. субстантивными и сернистыми красителями в ручных барках и механич. аппаратах упаковочной системы. Подготовка к К. заключается в отварке или отбелке. В механич. аппаратах красят гл. обр. только в темные цвета, т. к. в них трудно получить равномерную светлую окраску целой партии чулков. Субстантивными красителями красят в барках обыкновенно на постоянной ванне, в которую рекомендуется добавлять смачивающие вещества. Применяется последующая обработка формальдегидом или диазотирование и проявление, в особенности для черного цвета. Обработка солями меди и хрома применяется реже. Сернистыми красителями красят в барках и красильных аппаратах обычными способами. Чулки красят также и черным анилином. Кусковой трикотаж красят гл. обр. субстантивными, реже — сернистыми красителями. Применяются жгутовая красильная барка и механич. аппараты упаковочной системы (последние для сернистого К.). Часто применяются обработка металлич. солями и диазотирование.

К. т к а н и. Ткань красят в *двухскерсе* (см.), проходном аппарате, жгутовой барке и плюсовке всеми пригодными для хлопка

красителями. Из последующих обработок наиболее часто применяются диазотирование и сочетание с  $\beta$ -нафтолом. Основными красителями красят преимущественно отбеленную ткань по таннино-сурьмяной протраве, катанолу и закрепителю Т. Обработку таннином производят в плюсовке и в джиккерсе; протравление катанолом производится в джиккерсе. Для протравления закрепителем Т ткань плюсоют щелочным его раствором, сушат, пропускают на слабую к-ту и слегка промывают. Протравные красители находят в настоящее время ограниченное применение для гладкого крашения ткани. Работу ведут в плюсовках, джиккерсах, гарансинных барках или проходных аппаратах, смотря по плотности ткани и способу крашения. Применяют красители растительного происхождения (кампеш, катеху, кверцитрон и грушка) и некоторые синтетич. протравные красители (ализарины и др.), главн. обр. по хромовой и железной протраве. Перед К. ткань только расшлихтовывают или отваривают; полная отбелка производится редко. Наиболее дешевым и продуктивным является запарной способ: ткань плюсоют раствором, содержащим краситель и протраву, сушат, запаривают и промывают. Иногда плюсоют только уксуснокислым раствором красителя (кампеш, катеху), сушат или запаривают и хромируют. Запарной способ сложнее и производится различно: видоизменяются количество красильн. материалов, протрав, а также порядок операций. Нек-рое значение запарные плюсы имеют для получения по ним резервных расцветок (см. *Ситцепечатание*). Сернистыми красителями ткань окрашивают в проходных аппаратах, джиккерсах и плюсовках. Предварительная подготовка ткани для средних и темных оттенков заключается в расшлихтовке и отварке или в мерсеризации суровья, поступающего затем на крашение мокрым без промежуточной сушки. Для светлых оттенков, особенно при работе в плюсовке, ткань иногда отбеливают. Работа в джиккерсе мало продуктивна, зато прочность окрасок к мытью и прокрас обычно лучше, чем при работе в проходном аппарате. В плюсовке красят обычно лишь в светлые оттенки; ткань из плюсовки делает несколько ходов на воздухе (в о з д у ш н ы й з р е л ь н и к), а оттуда поступает в проходной аппарат, где хромируется и промывается. Кубовые красители за исключением индиго не находят пока широкого применения для К. ткани вследствие их высокой стоимости. Индиго красят по расшлихтованному или отваренному врасправку товару. Преимущественно работают в гидросульфитном кубе в аппарате Вельтера (см. *Индиго*, п р и м е н е н и е в к р а ш е н и и). С появлением *индигозолей* (см.) процесс крашения значительно упростился: ткань плюсоют водным раствором индигозоля, сушат и пропускают через раствор хлорного железа и кислоты или только через к-ту, если к раствору индигозоля был добавлен нитрит натрия. Но высокая цена индигозоля (почти в 4 раза дороже индиго) сильно ограничивает его применение для гладкого К. Остальными кубовыми красителями (индигоидными и антрахиноновыми) красят преимущественно в

светлые оттенки по белой ткани в плюсовках, джиккерсах и в рулетных кубах. Лебяжье крашение ткани пользуется большим распространением, особенно после появления нафтолов ряда AS, давших возможность получать прочные окраски почти всех цветов спектра. Нафтолирование производится в плюсовке по белой ткани. Проявление раствором диазотированного амина обычно производят в плюсовке, связанной с проходным аппаратом для промывки: после проявления ткань проводят по воздуху и потом промывают. Для гладкого К. черным анилином не требуется полной отбелки ткани, а обходится одной подготовкой *диастафром* (см.), *коктастом* (см.) или частичной мерсеризацией. Чаще всего красят по окислительному способу с последующим вызреванием в *зрельнике* (см.) Прейбиша или Гаубианда; запарной способ для гладкого крашения применяется реже. Черноанилиновый плюс готовится в настоящее время на большинстве ф-к СССР при теоретич. соотношении количества анилина и соляной к-ты (количество первого доходит до 35—40 г на 1 л). Плюсованная ткань поступает обычно в сыром виде в *зрельню* (см.), по выходе из к-рой она хромируется на холоду или при 40—50° в ходовой барке, промывается, а иногда и мылется на-кипу.

К., дающее на ткани окрашенные минеральные осадки, применяется в незначительной степени, гл. обр. из-за вредности производства. Некоторое значение имеют *бланса железная* (см.) и *бистр* (см.) марганцевый.

**К. льна.** Волокно льна несколько отличается от хлопкового волокна как по строению, так и по количеству естественных примесей; оно состоит из элементарных клеток с толстыми стенками и внутренним каналом и содержит до 10—15% пектиновых и других инкрустирующих веществ. Последние не сполна удаляются при предварительных обработках и сильно затрудняют пропитку и смачивание волокна при К. Поэтому К. льна отличается от К. хлопка количеством и характером добавок к красильной ванне. Следует также отметить, что трудность прокрашивания льна обуславливает несколько меньший расход красителей, чем при К. хлопка. Лен красят преимущественно в виде пряжи в мотках или ткани и применяют гл. образом прочные красители—кубовые (индигоидные и антрахиноновые), сернистые, реже субстантивные. Так как льняное волокно чувствительнее к щелочам, чем хлопковое, то для сохранения его прочности целесообразнее было бы красить без предварительной подготовки; но в этом случае до 50% волокон (в пряже) остаются неокрашенными, и потому предварительная подготовка необходима. Заключается она или в отварке в слабощелочном растворе (5% кальцинированной соды) или в отбелке—в зависимости от глубины получаемого оттенка. При крашении сернистыми и кубовыми красителями рекомендуется отваривать с 4% сернистого натрия и 2% соды; в этом случае получают наилучшие результаты в смысле прокраса (не более 5% неокрашенных волокон в пряже) и сохранения крепости льняного волокна. Крашение пряжи производят в аппара-



тах подвешной системы; процесс работы в основном такой же, как для хлопковой пряжи. При субстантивных красителях уменьшают добавку соли, к-рую дают только под конец К. и в некоторых случаях увеличивают количество соды; добавка в красильную ванну смачивающих и эмульгирующих веществ (мыло, ализариновое масло и др.) особенно рекомендуется. Последнее имеет место также и при К. сернистыми красителями, при котором также уменьшают количество соли и увеличивают количество сернистого натрия. При крашении кубовыми красителями для красителей, которые обычно восстанавливаются в самой красильной ванне, рекомендуется готовить маточный куб в 100—200-кратном количестве воды от веса красителя. Из аппаратов чаще всего применяется джиккерс. Для К. индиго наряду с гидросульфитным кубом применяют в большом количестве купосный и цинковый кубы. В большем применении, особенно в кустарном деле, куб периодич. действия, причем для достижения лучшего прокраса ткани работают при слабых концентрациях индиго. Для получения особенно прочных окрасок кубовыми красителями предпочитают красить в пряже.

**К. пеньки.** По своим химико-красильным свойствам волокно пеньки весьма сходно с волокном льна, но оно грубее последнего и содержит больше естественных примесей, вследствие чего пеньковое волокно красится еще труднее льняного. Основую для изготовления пеньковых изделий служат грубая пряжа (для тары, брезентов, шпагата, канатов) и тканевая (для полотенец, столового белья и др.). Т. к. характер изделий не требует особой прочности окраски, то применяются почти исключительно субстантивные красители, а иногда основные и сернистые. Субстантивными и сернистыми красителями красят, как льняную пряжу, а основными — по танинно-сурьмяной протраве или непосредственно в слабоуксуснокислой ванне с последующей обработкой танином. Подготовка пряжи перед К. — как у льна. В кустарном производстве пеньковые ткани окрашивают иногда в кубовый (синий) цвет.

**К. джута.** По составу джут резко отличается от других растительных волокнистых материалов. Вещество его состоит из целлюлозы с большой примесью лигнина и бастозы, придающих ему кислый характер. Джут идет главным обр. на изготовление грубых и дешевых изделий (тара, веревки, канаты, ковровые и мебельные ткани и друг.); окрашивают его преимущественно основными, субстантивными и реже кислотными красителями. Очень редко применяются также протравные красители (кампейш) и кубовые (для декорационных тканей). Чаще всего красят в виде пряжи; для темных и средних оттенков предварительно только отваривают в растворе соды. Субстантивными красителями красят сначала на-кипу в возможно короткой ванне, затем еще в остывающей ванне с 10—20% глауберовой соли и 1—2% соды; окраски прочны к трению и воде. Для К. основными красителями не требуется предварительного протравления; красят при длине ванны 15 : 1—20 : 1 в присутствии 3—5% уксусной к-ты или 2—5% квасцов на холоду,

затем доводят до 70—80° и выхаживают еще в остывающей ванне. К. на-кипу повышает прочность окраски, но понижает ее яркость. При К. кислотными красителями предпочтительнее брать органич. к-ту, т. к. даже сильно разбавленные минеральные кислоты действуют разрушающе на волокно джута. Красят в возможно короткой ванне в присутствии 2—5% уксусной кислоты или 1—3% квасцов.

И. Хомский.

**К. шерсти** производится в различных стадиях ее механич. обработки: 1) в руне, 2) толсе, 3) пряже и 4) ткани или трикотаже. Для того чтобы шерстяное изделие было равномерно окрашено в желаемый цвет, необходимо предварительно очистить его от жира и «жировых веществ», нанесенных на волокно в процессах механич. обработки. После промывки шерсти содержание жирных веществ и мыл не должно превышать для рунной шерсти 2%, а для пряжи и ткани — 1,5%. Подготовленная к К. шерсть м. б. окрашена различными красителями: кислотными, протравными, хромировочными, субстантивными, основными, кубовыми.

К. непряденой шерсти. К. шерсти до прядения производится в тех случаях, когда она предназначена для пестротканной, или меланжевой, ткани. Окраска эта д. б. весьма прочной к мылу, валке и карбонизации, т. к. ткани, изготовленные из окрашенной шерсти, подвергаются всем процессам мокрой аппретуры. Красители применяются гл. образом протравные, хромировочные, кубовые и некоторые прочные кислотные. Из протравных красителей применяются: ализарин, галлоанин, ализариновый синий, кампешевый экстракт и др. Из протрав применяются гл. обр. двуххромовокалиевая соль (хромпик), затем алюминийевые квасцы, медный купорос, железный купорос. Недавно еще было распространено К. шерсти кампешевым экстрактом, при к-ром шерсть сначала протравлялась раствором медного купороса вместе с железным купоросом или хромпиком в присутствии винного камня или серной к-ты, а затем во второй ванне окрашивалась в растворе кампеша. Один кампешевый экстракт (ок. 10% от веса шерсти) дает синеватый цвет, а в присутствии экстракта желтого дерева (2%) — глубокий черный. Хромировочными красителями окрашивают шерсть с последующей обработкой раствором хромпика или же в одной ванне, содержащей и краситель и протраву. К. с последующим хромированием наиболее распространено по сравнению с другими способами. К. этими красителями производят в котлах или в красильных аппаратах типа Эссера, Обермайера и других (см. *Красильные аппараты*). Из кубовых красителей применяются индигоиды и индигозоли (индиго, тиндиго и др.). К. этими красителями производится в циркуляционном кубовом аппарате. Из кислотных красителей применяются только прочные к валке (наприм. валяльный желтый О, формилфиолетовый S4B, валяльный красный S и др.). К. исключительно этими красителями производится довольно редко, но они часто применяются для подцветки во время К. протравными или хромировочными красителями. К. кислотными красителя-

ми производится в такой же аппаратуре, что и протравными красителями.

**К. т о п с а.** Камвольная шерсть в непряденом виде окрашивается очень редко, в большинстве случаев она поступает в К. в виде гребенной ленты (т о п с), смотанной в бобины, к-рую окрашивают в механич. аппаратах упаковочной и насадочной систем, причем К. в аппаратах насадочной системы протекает более совершенно: циркулирующая красильная ванна окрашивает равномерно, не перепутывая и не свойлачивая ленту. Для К. топса применяются те же красители, что и для рунной шерсти. После окраски топс промывают слабым раствором мыла на мойных машинах, где он проходит лентой через промывные ванны, сушильные барабаны и *гилль-бокс* (см.).

**К. п р я ж и.** Шерстяная пряжа красится в мотках, крестовых шпулях и початках. В зависимости от назначения пряжи и предъявляемых к прочности окраски требований применяют протравные, хромировочные, кислотные, субстантивные или основные красители. Кислотными красителями пряжа окрашивается в тех случаях, когда необходима яркая окраска, в особенности для камвольной пряжи «зефир», вязальной и вышивальной. Для этой цели применяются красители, прочные к свету (напр. светопроочный желтый 3G, ализарин-сафирола SE, ализарин-рубинола GW и др.). Основными красителями пряжа окрашивается редко. К. пряжи в мотках производится или в ручных барках на палках или в механич. аппаратах упаковочной и подвесной систем. Пряжа в крестовых шпулях или в початках красится исключительно в механич. аппаратах насадочной и упаковочной систем типа Эссера, Цитгау, Кранца и др.

**К. т к а н и.** Шерстяные ткани окрашиваются кислотными, хромировочными и кубовыми красителями. Т. к. суконные ткани содержат обычно остатки репы и другие растительные примеси, к-рые не окрашиваются кислотными, хромировочными и другими красителями, то б. ч. перед К. их подвергают *карбонизации* (см.). Если ткань карбонизована, то перед К. она д. б. нейтрализована раствором кальцинированной соды и тщательно после этого промыта водой. При К. хорошо эгаллирующими красителями удаление к-ты после карбонизации не является обязательным, т. к. ткань окрашивается и в кислом виде. Большинство легких шерстяных тканей окрашивается кислотными красителями в виду их способности равномерно окрашивать. Этими красителями гл. обр. окрашивают: дамские плательные ткани, муслин, дешевые сорта мужского костюмного сукна, бильярдные сукна и т. п. Для этой цели применяют красители, к-рые удовлетворяют нормальным требованиям в отношении прочности к трению, декатировке, поту, глажению и свету (например светопроочный желтый 3G, амидосиний GGR, ализарин-сафирола SE, яркий ланафуксин АТГ и др.). К. производится в красильных барках. Для получения различных модных цветов красители комбинируют, причем красители, составляющие данную комбинацию, д. б. подобраны одинаковой эгаллизации. Хро-

мировочные красители применяются гл. обр. при К. более высоких сортов шерстяных тканей: пальтовых, костюмных, военных сукон и т. п. Красители для этой цели и самый метод К.—те же, что и для непряденой шерсти. К. производят в красильной барке. Кубовое К. шерстяных тканей применяется редко. Обычно это К. тканей производится врасправку на красильной барке с отжимными валами. Основными красителями чисто шерстяные ткани почти не окрашиваются. Шерстяной трикотаж окрашивается подобно шерстяным тканям.

**К. искусственной шерсти.** К. искусственной шерсти предшествует сортировка ее по цветам. Искусственная шерсть, окрашенная в темные цвета или непрочными красителями, обесцвечивается, для того чтобы впоследствии возможно было окрасить ее в более светлый цвет или красителями, прочными к валке. Обесцвечивание производится содой, глауберовой солью, гидросульфитом и другими веществами, в зависимости от природы красителя, к-рым была окрашена искусственная шерсть. Искусственная шерсть светлых цветов перед К. не обесцвечивается. Экстрактную шерсть перед К. иногда нейтрализуют раствором соды. Для К. искусствен. шерсти служат те же красители, что и для рунной шерсти. **А. Мботорин.**

**К. шелка.** Шелк (обыкновенный, дикий) и его очески (шапш, бур-де-суа) окрашивают гл. обр. в виде мотков (трам, органзин, бур-де-суа, шапш), тканей, а также лент, трикотажных изделий (чулки и др.). Предварительная подготовка шелка к К. чрезвычайно разнообразна и в общем заключается в том, что шелк отваривается («обесклеивается») либо полностью («шелк-кюит») либо частично («шелк-супль») или же только несколько размягчается («шелк-экрю»). При К. в светлые цвета шелк иногда отбеливают (перекисью водорода, царской водкой, бисульфитом натрия). Кроме указанных операций при К. шелка играет большую роль (особенно за границей) т. н. п р и в е ш и в а н и е («отяжеление»), к-рое производят до К., а иногда (при К. в черный цвет) и во время К. Привешивание имеет целью (при помощи хлорного олова, фосфорнокислого натрия, силиката натрия, дубильных веществ, гематина и др.) восполнить и в большинстве случаев даже превысить (до 400%, а в СССР не выше 30—50%) потерю в весе шелка-сырца, происшедшую при его отварке. Дикий шелк (тусса) окрашивается в общем труднее, чем обыкновенный. Отяжеленный шелк следует окрашивать осторожно во избежание получения неровной окраски.

**К. шелка в мотках и в виде пряжи.** Шелк в мотках (грежа, органзин, трам) и в виде пряжи (шапш, бур-де-суа) окрашивают в тех случаях, когда он идет для изготовления пестротканых изделий или вышивального и вязального шелка. Шелк в этих стадиях механич. обработки может поступать для К. с разной степенью отварки (кюит, супль, экрю), отбеленным и неотбеленным, с привесом или без него. Чаще всего (особенно в СССР) шелк в мотках окрашивают после полной отварки и без предварительного отяжеления. Для К. применяют основные, кис-

лотные, субстантивные, протравные, хромировочные красители и в редких случаях сернистые, кубовые индигоидные, ледяные красители и черный анилины. К. основными красителями (родамино В, 6G, ярким зеленым, малахитовым зеленым, метиловым фиолетовым, виктория голубым В и др.) производят довольно часто в тех случаях, когда требуется получение яркой окраски, а прочности (к свету, мытью) не придается большого значения. Кислотные красители (виктория черный В, зеленый кислотный 2G, желочной синий, хинолиновый желтый, пунцовый 2R, оранжевый П и др.) находят довольно большое применение, так как они дают окраски удивительной прочности и яркости. Субстантивными красителями (анил-черным ФФ, хризифенином G, анил-зеленым и др.) окрашивают шелк в мотках обычным способом или же (с целью увеличения прочности окраски) применяют для нек-рых красителей обработку солями (Cu, Cr) или последнее диазотирование и сочетание с  $\beta$ -нафтолом и др. Хромировочные и протравные красители дают прочные (к мытью и свету) окраски, но их сравнительно мало применяют, т. к. окраски их тусклы и шелк становится от действия протрав (гл. обр. хромпика) жестким. К. протравными красителями широко применяется—главн. обр. при окраске в черный цвет. Хотя последний можно получить при помощи красителей, принадлежащих к различным классам (субстантивных диазотированных, хромировочных, черного анилина), однако наибольшим распространением пользуются протравные красители (главн. обр. кампеш), дающие прочную черную окраску. Это К. в большинстве случаев сопровождается пришиванием шелка. Рецептов К. в черный цвет этими красителями много, но в общем они заключаются в том, что шелк, обработанный солями олова, фосфорнокислым натрием, силикатом натрия, растворами мыла, основных солей железа, желтой кровяной соли, дубильными веществами (таннином, катеху), окрашивают кампешем; при этом на шелковом волокне могут образоваться фосфорнокислые олово или его гидрат, берлинская лазурь, дубильнокислые железо и черный железный лак гематеина. К. сернистыми, кубовыми индигоидными красителями и особенно черным анилином и ледяными производят крайне редко. Для К. шелка в мотках и в виде пряжи применяют ручные или механич. красильные барки (типа Гербера, Ульмана и др.).

К. шелковых тканей, особенно тонких (крепов, креп-шифонов и др.), практикуют довольно часто. Шелковые ткани обыкновенно перед К. полностью отвариваются и, если нужно, отбеливаются. Для К. тканей применяют главн. обр. основные, кислотные, субстантивные, протравные и хромировочные красители. Способы и рецепты К. в общем мало отличаются от К. шелка в мотках. К. тканей производят в красильных барках, у которых барабаны вращаются вручную (тонкие ткани) или при помощи привода, или в джиггере (плотные ткани). К. шелковых лент и трикотажных изделий мало отличается от К. шелка в мотках или в виде тканей. После К. шелк (в мотках или в виде тканей) подвер-

гают «оживке», заключающейся в том, что его обрабатывают в растворе к-т (серной, уксусной, лимонной, винной), а также в мыльных эмульсиях (оливкового масла, олеиновой кислоты и др.). При этом шелк приобретает так называемый «хруст» (шуршание) и мягкость; за этой обработкой следуют отжим и сушка.

Д. Грибоедов.

**К. искусственного шелка.** Продажные сорта искусственного шелка м. б. разделены на следующие важнейшие виды: вискозный шелк (вистра), медноаммиачный шелк («блестит»), нитратный шелк (Шардоне, Ленера) и ацетатный шелк. Вискозный, медноаммиачный и нитратный шелк представляют регенерированную целлюлозу и К. их близко к К. хлопка, с той лишь разницей, что они обладают более выраженным средством к красителям. Ацетатный шелк является сложным эфиром целлюлозы и по свойствам совершенно отличается от других видов искусственного шелка. До сравнительно недавнего времени еще не было способа для К. этого волокна, так как оно почти не имеет средства к синтетическ. красящим веществам, применяемым для хлопка и шерсти. В настоящее время имеются специальные красители для К. ацетатного шелка. Искусственный шелк красят преимущественно в мотках, в виде трикотажа и ткани. Ацетатный шелк в мотках обычно не красят. Особенность К. искусственного шелка определяется его свойством значительно слабеть в смоченном виде. Ацетатный шелк в этом отношении несколько прочнее, но и он имеет незначительную абсолютную прочность на разрыв. Эти обстоятельства требуют чрезвычайно бережного обращения с товаром при К., отсутствия натяжения во влажном состоянии, расправления на швилях и т. д. К. пряжи в мотках производят преимущественно вручную в обыкновенных барках, применяемых для К. хлопковой пряжи. Перед К. необходимо пряжу хорошо отварить с содой или мылом при 50—60°. К. ткани из искусственного шелка производится после предварительной опалки и отварки на соде (для ацетатного шелка эта операция отпадает). Отварку и К. ткани производят либо в барке с барабаником со свободной петлей и звездчатых аппаратах либо на джиггерах (для плотн. тканей). Материал для аппаратов—исключительно дерево, реже металл, покрытый каучуком. К. ведут в сравнительно длинной (30—40-кратной) ванне (о длине ванны см. выше) при  $t^\circ$  не выше 70°. После К. товар промывают и подвергают оживке пропуском вначале через раствор мыла, а затем через раствор уксусной или муравьиной кислоты. После этой обработки товар без промывки направляют на центрифуги или на вакуум-отсосы и сушат (при умеренной  $t^\circ$ ). Пряжу сушат в обычных аппаратах для пряжи (без натяжения). Ткани, не требующие вытяжки, сушат в т. н. фестоной сушилке, где их подвешивают свободными петлями на полках. Ткани, требующие ширения, сушат на одноярсных шпан-рамах. Горячий ток воздуха в шпан-раме дает шелку неприятный блеск, поэтому вентиляторы в шпан-раме отсутствуют и товар сушат естественным током воздуха. К. искусственного шелка, за исключе-

нием ацетатного, производится субстантивными, основными, сернистыми, кубовыми и ледяными красителями по методам К. хлопка. Кислотные красители применяют лишь при подщелачивании; шелк окрашивают в нейтральной ванне в светлые тона. Основными красителями нитратный шелк окрашивается непосредственно в светлые и темные тона, вискозный и медноаммиачный шелк — по предварительн. танино-сурьмяной протраве или по катанолу при 50—70° в присутствии уксусной кислоты (2—5%). Субстантивными красителями эти сорта искусственного шелка красят, как хлопок. Наибольшее сродство субстантивные красители имеют к вискозному и медноаммиачному шелку; оно близко сродству субстантивного красителя к мерсеризованному хлопку. К. начинают при 30° и заканчивают при 50—70° в ванне с глауберовой солью (до 20%) и содой (до 1%); красят 1/2—1 ч. В нек-рых случаях при неровно кроющих красителях прибавляют в ванну мыла или ализаринового масла. Сернистыми и кубовыми красителями красят, когда к окраскам предъявляют повышенные требования прочности к свету и мытью. При К. сернистыми красителями  $t^\circ$  ванны не повышают выше 50° и уменьшают колич. соды и глауберовой соли. После К. промывают, мылуют и снова промывают. Ледяными красителями (по нафталам AS) красят с различными проявителями для получения разнообразных оттенков, причем необходимо многократно оттереть товар с содой или едким натром перед обработкой его нафталами. В остальном К. идет, как и мерсеризованного хлопка, но в проявительную ванну для сохранения блеска не прибавляют серноуксусной глинозема.

Ацетилцеллюлоза ацетатного шелка обладает плохой смачиваемостью, ничтожной удельной поверхностью нити и отсутствием сродства к красителям для хлопка и шерсти. Обработывая ацетатный шелк теплым мыльным раствором, можно, частично омылив ацетильные группы, выявить структуру целлюлозы. Подготовленный т. обр. ацетатный шелк окрашивается нек-рыми субстантивными, сернистыми, кубовыми и основными красителями непосредственно. Этими же красителями красят, не омыляя шелка, в присутствии защитных коллоидов (желатины) и солей ( $ZnCl_2$ ,  $MgCl_2$ ) в слабоуксуснокислом растворе. В наст. время указанные методы почти не применяются. Для К. ацетатного шелка применяются специальные красители (целлитоновые, целлитон-прочные красители, целлитазоли и др.), относящиеся гл. обр. к антрахионным производным, аминоазокрасителям (см. *Ионамины*) и органич. основаниям. Ионамины растворимы в воде; другие красители для ацетатного шелка труднорастворимы в воде. Ионамины в процессе К. при нагревании до 65° также выделяют свободное основание аминоазокрасителя, труднорастворимое в воде. В таком виде краситель окрашивает ацетилцеллюлозу, растворяясь в ней как в растворителе. Основание красителя, растворенное в волокне, в некоторых случаях (целлитазоли) м. б. продиазотировано на волокне и проявлено. К. растворимыми красителями производится в

присутствии глауберовой соли или хлористого аммония (до 30%) в течение 1/2—1 ч. при 60—70°. После К. промывают и делают оживку. К. нерастворимыми в воде целлитон-прочными и другими красителями (в тесте) ведут в мыльной ванне (2—3 г мыла на 1 л ванны) в течение 1/2—1 ч. при 60—70°. Ванна 1 : 30. Целлитазоли после крашения диазотируют на волокне и проявляют, как обычно. После крашения промывают и производят оживку.

В. Абзин.

#### К. смешанных волокнистых материалов.

Смешанными волокнистыми материалами называют такие, в состав к-рых входят два или более различных вида волокон. Смешанные волокна сравнительно редко подвергаются процессу облагораживания в виде непряденого материала, чаще в виде пряжи и гл. обр.— в виде ткани. Смешанные ткани из шерсти, шелка, льна с хлопком называются соответственно полшерстяными, полшелковыми, полльняными и т. д. Смешанные волокна с искусственным шелком в виде тканей и трикотажа также приобретают в настоящее время возрастающее значение. По характеру подготовки к К. и по красителям, применяемым при К., смешанные ткани можно разделить на имеющие в своем составе животные волокна (шерсть—хлопок, шелк—искусственный шелк и пр.) и смешанные ткани без животных волокон (хлопок—лен, хлопок—искусственный шелк и пр.). Смешанные ткани первого типа подвергаются предварительной подготовке к К. почти так же, как чисто шерстяные и шелковые. Подготовка к К. тканей второго типа ограничивается опаливанием, а затем отваркой и для К. в светлые оттенки—отбелкой. Полльняные ткани подвергаются этим операциям по способам и на аппаратах, какие приняты для облагораживания льна. Ткани, содержащие искусственный шелк (вискозный, медноаммиачный и ацетатный), опаливают на газовых палилках, расшлихтовывают обычно врасправку, промывают и отваривают так, как ткани из искусственного шелка. Все операции над тканями с искусственным шелком проводят, избегая натяжения. Для К. тканей, состоящих из смешанных волокон, применяются гл. обр. красители субстантивные, кислотные, основные, протравные, сернистые и кубовые; для ацетатного шелка специальные красители (целлитоновые, целлитон-прочные и др.). Каждый краситель имеет по отношению к разным видам волокон в смешанных тканях индивидуальные особенности, стоящие в непосредственной связи с физико-химич. условиями К. ( $t^\circ$ , продолжительность К., реакция красильной ванны, присутствие в ней нейтральных солей и т. д.). Соответствующим выбором подходящих красителей, а также условий К. представляется возможным получить различные эффекты: 1) можно все виды волокон, входящие в состав смешанных тканей, окрасить в один цвет—это наиболее распространенный случай в практике; 2) можно окрасить одну составляющую смешанной ткани, оставляя белой другую (напр. просновка из искусственного шелка в шерстяной ткани); 3) наконец можно все волокна окрасить в разные цвета—получение т. н. цветовых эффектов. Для

К. смешанных волокон применяют два способа: 1) однованный, при к-ром все составные части смешанного волокна окрашиваются одновременно, и 2) двухванный, когда каждая составная часть окрасивается отдельно. К. ткани и пряжи производят в обычных красильных аппаратах.

К. полушерсти (шерсть—хлопок) по однованному способу в один цвет является наиболее технически важным. Этот способ основан на свойстве некоторых субстантивных красителей красить в нейтральной ванне шерсть и хлопок одновременно и в один и тот же тон. Существенным является выбор красителей, т. к. они различно ведут себя при К. полушерсти. В этом отношении различают красители: а) окрашивающие хлопок и шерсть в один цвет, б) окрашивающие преимущественно хлопок, в) окрашивающие преимущественно шерсть и г) окрашивающие хлопок и шерсть в разные оттенки одного и того же цвета. Помимо этого субстантивные красители, вообще говоря, в кипящей ванне сильнее окрашивают шерсть, при средней же  $t^{\circ}$  (70—80°) — интенсивнее хлопок. При продолжительном К. окрашивается гл. обр. шерсть, при быстром — преимущественно хлопок. Равномерное окрашивание шерсти и хлопка достигается выбором соответствующего красителя, регуляровкой  $t^{\circ}$  и продолжительности К., а также составом ванны. Слабокислая среда благоприятствует окрашиванию шерсти, слабощелочная — окрашиванию хлопка. Нейтральные соли способствуют извлечению красителя хлопком. Слабощелочная ванна способствует равномерности окрашивания хлопка. Для получения однотонной окраски К. полушерсти (полушерстяным черным АТ конц., полушерстяным прочнотемносиним В и др.) производят в нейтральной ванне в присутствии глауберовой соли (10—20 г на 1 л ванны), и если под конец К. необходимо повысить интенсивность окраски шерсти, то прибавляют небольшое количество уксусной к-ты. Увеличения прочности окрасок (к свету и мытью) достигают последующей обработкой солями меди, хрома, формальдегидом и др. К. полушерсти по д в у х в а н н о м у с п о с о б у заключается в последовательной окраске шерсти и хлопка в двух ваннах. В этом случае применяют комбинации из основных, кислотных и субстантивных красителей. Напр. красят в первой ванне шерсть кислотным или основным красителем на-кипу в слабощелочной ванне (уксусная к-та); при этом хлопок почти совершенно не окрашивается; затем промывают и во второй ванне красят хлопок основными или субстантивными красителями. Выбор красителей зависит от того, требуется ли одноцветное или двухцветное окрашивание. При последующем окрашивании хлопка основными красителями ткань после кислотного К. промывают, танируют (2—5% танина), пропуская на сурьмяную соль, промывают и красят на холоду. Поступают иногда и так: хлопок окрашивают субстантивными диазотировочными красителями, дающими окраски, прочные к к-там, промывают и во второй ванне окрашивают шерсть кислотными красителями в кислой ванне. Двухванный способ более дорог, но

дает возможность получить прочные, ровные и яркие цвета.

К. п о л у ш е л к а (шелк—хлопок) производят субстантивными красителями по однованному способу на барке или джиггере, но число субстантивных красителей, окрашивающих хлопок и шелк в один цвет, сравнительно невелико. Для получения прочных окрасок применяют субстантивные диазотировочные красители с обычной последующей обработкой; после К. следуют промывка и оживка при 25° в ванне, слабо подкисленной уксусной или винной к-той. Более распространено К. субстантивными красителями по двухванному способу, когда во второй ванне путем подцветывания выравнивают окраску или получают двухцветные окраски. К. или подцветка шелка во второй ванне обычно делается основными или кислотн. красителями при 40—50° в присутствии уксусной кислоты. При этом необходимо отметить, что кислотные красители окрашивают только шелк, а основные красители — одновременно и хлопок, предварительно окрашенный субстантивными красителями. Сернистые красители для крашения полущелка применяются чрезвычайно редко и только в присутствии защитных средств.

К. п о л у ш е л к а (шелк—шерсть) по однованному способу для одноцветной окраски производят преимущественно кислотными и субстантивными красителями. При К. кислотными красителями красят в подкисленной серной к-той ванне с глауберовой солью. Шерсть лучше окрашивается на-кипу, затем темп-ру понижают и окрашивают шелк при 60—70°. С увеличением кислотности ванны лучше окрашивается шелк. Субстантивными красителями красят в нейтральной ванне на-кипу с последующей охлаждающей ванной. По двухванному способу получают двухцветные окраски (шанжан), применяя некоторые основные и кислотные красители. Вначале окрашивают шерсть почти на-кипу, затем в другой ванне — шелк такими красителями, к-рые хорошо окрашивают шелк в холодной подкисленной ванне.

К. п о л у л ь н ы х т к а н е й (леп—хлопок) производят преимущественно однованным способом субстантивными, сернистыми и реже основными красителями в тех же аппаратах, что и хлопок. К. этими красителями в общем сходно с К. хлопка. Однако вследствие более трудной по сравнению с хлопком пропитываемости льняного волокна оно прокрашивается труднее. Поэтому для лучшей прокраски льняного волокна К. ведут медленно и в присутствии смачивающих веществ — контакта Т, ализаринового масла и др. При К. субстантивными красителями уменьшают % глауберовой соли и увеличивают % соды. При К. сернистыми красителями также уменьшают % соли и увеличивают % сернистого натрия.

К. с м е ш а н н ы х т к а н е й с и с к у с т в е н н ы м ш е л к о м очень разнообразно вследствие многообразия волокон, составляющих эти ткани, — шерсть, шелк, хлопок, вискоза (медноаммиачный и нитратный шелк) и ацетатный шелк — и их красильных особенностей. Однованный способ применяется только для тканей из двух, реже

трех смешанных волокон. Смешанные ткани без ацетатного шелка красят подобно шерсти—хлопку, учитывая, что искусственный шелк имеет большее средство к красителям, чем хлопок. К. ведут при  $t^{\circ}$  не выше  $70^{\circ}$ . Ацетатный шелк с хлопком или вискозой красят в присутствии мыла и глауберовой соли субстантивными и целлитоновыми или целлитон-прочными красителями для ацетатного шелка при  $60-75^{\circ}$ . Ацетатный шелк с шерстью или натуральным шелком красят одновременно красителями для ацетатного шелка и кислотными или субстантивными красителями в присутствии глауберовой соли и уксусной (или муравьиной) к-ты; продолжительность К.  $\frac{3}{4}$ —1 час;  $t^{\circ}$   $30-80^{\circ}$ . В зависимости от комбинации красителей этим способом можно получать одноцветные, двухцветные окраски и резервы на тканях (белые эффекты). Двухванный способ значительно проще; например при К. смешанной ткани—шерсть, натуральный шелк, ацетатный шелк и вискоза—шерсть и шелк окрашивают в первой ванне кислотными красителями, которые одинаково выбираются этими волокнами, затем в свежей ванне красят ацетатный шелк и вискозу, как указано в однованном способе. Для получения чистых многокрасочных эффектов можно во второй ванне окрасить только ацетатный шелк, а в третьей субстантивными красителями—вискозу с прибавкой катанола W (4%) для защиты шелка и шерсти от субстантивного красителя. Таким способом можно получить чистый трехкрасочный эффект.

**В. Абзаин.**

*Лит.:* Шапошников В. Г., Общая технология волоконистых и красящих веществ, М.—Киев, 1926; Петров П., Виторов П., Малютин Н., Химическая технология волоконистых веществ, Иваново-Вознесенск, 1928; Петров П., Химическая технология волоконистых материалов животного происхождения, Москва, 1924; Федоров С. А., Производство по бленению, крашению и печатанию хл.-бум., шерстяных и шелковых изделий, Москва, 1923; Георгиевич Г., Химич. технология волоконистых веществ, перевод с нем., СПб, 1913; Руггли П., Практикум по крашению и анализу красителей, пер. с нем., Л., 1929; Крайц П., Успехи текстильной химии, Л., 1926; Липатов С. М., Коллоидохимические основы крашения, Иваново-Вознесенск, 1929; Орлов Н., Основные начала крашения и печатания, Киев, 1911; Порай-Кошиц А., Горелик Н. и Песчин, К теории и практике крашения кислот. и субст. красителями, «ИТГТ», 1929, 6; Порай-Кошиц А., К теории крашения волокон животного происхождения, «Шерстяное дело», Москва, 1925, 11—12; Библиотека «Шерстяное дело», М., 1927, кн. 2; Ильинский М., Прочное крашение шерсти адсорбционным методом, «Шерст. дело», 1925, 11; Грибоедов Д. и Меос А., Влияние степени промывки шерстяной ткани на ровноту окраски, «Текст. новости», Москва, 1929, стр. 505; Левинский П., Мелихов С. и Беленький Л., К исследованию вопроса о крашении шерсти при пониженных температурах, «Шерстяное дело», Москва, 1930, 1—2, стр. 134; Санин А., О составе лака, образующегося на хл.-бум. волокне при крашении его основными красителями, «Текстильные новости», Москва, 1927, 6—7; Виторов П. П. и Сыркин З. В., Идентична ли дигалловая кислота таннину как прова. для основных красителей, «ИТГТ», 1926, 37—38; Песков Н., Фиксация красителя на волокне и степень его дисперсии в растворе, там же, 1926, 5; Филиппов Н. и Воронков Б., Закрепитель Т и его приготовление, там же, 1926, 6; Малютин Н., О составе нафтолов ряда АЗ, там же, 1926, 5; Фодиман Л., Беленький Л., Гошман Э., Сернистое крашение шерсти и полушерсти, «Шерст. дело», Москва, 1930, 1—2, стр. 112; Handb. d. Färberei der Seidenfasern, hrsg. v. R. Loewenthal, 3 Aufl., B. 1—2, 1921—23; Heermann P., Technologie d. Textilfärberei, 2 Aufl., Berlin, 1926; Georgievics G., Lehrbuch d. Chem. Technologie d. Gespinnstfasern, 4 Aufl., B., 1924; Haller

R., Chemische Technologie d. Baumwolle, Technologie d. Textilfasern, hrsg. v. O. Herzog, B. 4, T. 3, B., 1928; Zänker W., Die Färberei, 2 Aufl., Lpz., 1922; Herzfeld-Wuth, Die Praxis d. Färberei, B., 1916; Ristenpart E., Chemische Technologie d. organischen Farbstoffe, Lpz., 1925; Handb. d. Zeugdrucks, hrsg. v. G. Georgievics, R. Haller, L. Lichtenstein, Leipzig, 1927—30; Matthews J., Die Textilfasern, B., 1928; Gnehm R., Taschenbuch für d. Färberei mit Berücksichtigung d. Druckerei, 2 Aufl., B., 1924; Brass K., Praktikum d. Färberei u. Druckerei, 2 Aufl., B., 1929; Ley H., Die neuzeitliche Seidenfärberei, B., 1921; Heuser E., Die Apparatfärberei d. Baumwolle u. Wolle, B., 1913; Weltzien W., Chemische u. physik. Technologie d. Kunstseide, Lpz., 1930; Schwalbe G., Neuere Färbetheorien, Stg., 1907; Pelet-Jolivet L., Theorie d. Färbeprozesses, Dresden, 1910; Zacharias P., Die Theorie d. Färbvorgänge, Berlin, 1908; Sansone, Kompendium d. Färberei-Chemie, W.—Leipzig, 1912; Brass K., Untersuchungen über d. Zustandekommen v. Färbungen, «Z. ang. Ch.», 1925, p. 853; Kartaschoff, «Helveticico-chimica acta», Basel, 1927; Ruggli P., Chemische und physik.-chemische Betrachtungen der Färbvorgänge, «Melliands Textilberichte», Heidelberg, 1929, p. 536; Meyer K., Zur Physik u. Chemie d. Färbvorgänge, ibid., 1925, p. 737, 1926, p. 605, 1927, p. 783, 1928, p. 573; E lö d E., Studien über Beiz- und Färbvorgänge, ibid., 1929, p. 707.

**Д. Грибоедов.**

**Н. бумаги.** Сюда относятся: подцветка белой бумаги, производство цветных бумаг, выработка меловых бумаг и др. К. бумаги м. б. разделено на следующие группы: 1) К. бумажной массы (см. *Бумажное производство*) в ролах, 2) К. готовой бумаги погружением в раствор красящего вещества, 3) К. поверхности бумаги.

К. в ролах подвергается около 95% бумаги, причем преобладают К. в белый цвет и подцветка; при этом применяются минеральные краски (охра, умбра, красные окиси железа, хромовая желтая—крон, берлинская лазурь, ультрамарин), сажка и синтетич. органич. красители; естественные красители почти не применяются. Минеральные краски светопрочны, но сравнительно с органич. красителями обладают значительно меньшей красящей способностью и в нек-рых случаях понижают прочность бумаги; применение их объясняется дешевизной и возможностью использования их в качестве наполнителей, необходимых для придания бумаге специального характера. Наибольшее применение в К. бумаги имеют синтетич. органич. красители, что объясняется богатством оттенков, удобством К., сравнительной дешевизной и отсутствием отрицательного влияния на прочность готовой бумаги. При К. бумажной массы применяют основные, кислотные, субстантивные, сернистые, кубовые красители и нерастворимые в воде лаки нек-рых органич. красителей (последние играют ту же роль, что и минеральные краски); особого оборудования в данном случае не требуется кроме небольших баков и в некоторых случаях резервуаров для раствора красителя, формы для ручной вычерпки (для проб) и измерительных приборов. Красители растворяют в горячей или кипящей воде (кроме аурамина, который растворяют в воде не выше  $60^{\circ}$ ), охлаждают, разбавляя холодной водой, и спускают в рол. Количество воды для разварки зависит от красителя, к-рого берут от 20 до 40 г на л в зависимости от индивидуальных особенностей красителей. К жесткой воде, при растворении основных красителей, прибавляют небольшое количество уксусной к-ты.

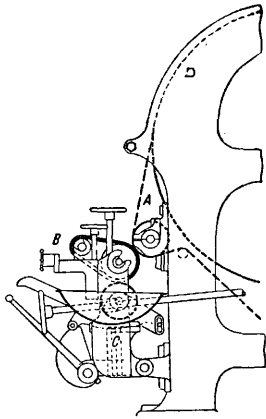
Красители различных групп растворяют отдельно непосредственно перед употреблением и после фильтрации (через мелкое сито) по очереди дают в рол. В зависимости от состава бумажной массы и материала для проклейки красители осаждаются на волокне в виде нерастворимых лаков или закрепляются на волокне в силу средства к бумажной массе. Основные красители применяются для «сытых» и ярких оттенков, к которым не предъявляют больших требований в отношении светопрочности. При К. клееной бумажной массы глиноземно-смоляные соли, образовавшиеся из смоляного мыла и сернокислого глинозема, имеющие кислый характер, образуют с основными красителями нерастворимые соли, остающиеся на волокнах; ванна почти истощается. Кислотные красители применяют либо отдельно либо в смеси с основными. В последнем случае ванна б. ч. истощается совершенно, т. к. эти две группы красителей взаимно осаждают друг друга. При К. неклееной бумажной массы кислотные красители применяют с прибавкой закрепляющих средств (квасцы и проч.), дающих с кислотными красителями трудно растворимые соли. Отсутствие средства к различным видам целлюлозного волокна позволяет получить при помощи кислотных красителей при смешанных композициях равномерную окраску. Кислотные красители значительно светопрочнее основных и дают достаточно яркие оттенки. Субстантивные красители имеют средство к целлюлозному волокну; они хорошо применимы как для клееной, так и неклееной свободной от древесины бумажной массы. При К. в темные тона полезно прибавлять в рол до 20% глауберовой соли; ванна почти истощается. Окраски получают относительно прочные к свету и воде. Кубовые и нерастворимые красители применяют для клееной бумаги высших сортов с большой прочностью к свету, воде и к-там. Кубовые красители идут главн. образ. для светлых тонов (для подсиньки—индантреновий синий разных марок и др.). Различные химические вспомогательные материалы добавляют в рол после красителя и до прибавления клея и глинозема, строго соблюдая каждый раз порядок. Рецепт крашения бумаги вырабатывается практически и зависит от густоты массы в ролах, ее размола, красителя, а также и от применяемых химических реактивов.

К. готовой бумаги погружением в раствор красящего вещества производится или на глзерах *бумагоделательной машины* (см.) или в особых красильных машинах (тонкие—папиросные—бумаги), снабженных также приспособлением для гофрирования бумаги (гофрированной шелковой бумага). Наиболее употребительны кислотные красители, которые обеспечивают ровность окраски; К. ведут в горячем растворе. При К. на глзерах раствор красителя увлекается валами глзера из особой коробки, боковые стенки которой тщательно пригнаны к валу глзера и окрашивают бумагу при прохождении ее между валами. К. на глзерах применяется для небольших партий цветных бумаг и главным образом для окрашивания коробочного картона.

К. поверхности бумаги заключается в нанесении на поверхность бумаги тонкого слоя минеральных веществ (глинки, бланфиска или др.) в смеси с клеящими и красящими веществами. Цель К.—образовать на бумаге ровную поверхность различных оттенков, воспринимающую печатную краску (литографские, меловые и другие бумаги), или сообщить бумаге глянец, цвет и другие свойства, присущие разнообразнейшим техническим бумагам. Наиболее важными техническими являются бумаги, применяемые в полиграфич. деле—меловые, литографские, баритованные бумаги (фотографические) и грунтовые обои (белые, цветные). Производство (по стадиям) состоит в приготовлении краски (смеси, к-рой покрывают бумагу), окраске, сушке, отделке, сортировке и упаковке. Основание грунта—отмученный каолин, бланфиск или мел—замешивают с раствором клеящих веществ в мешалках-краско-терках, сюда же вводят красители, лаки, восковые эмульсии и другие составные части краски. В качестве клеящих веществ применяются водные растворы столярного клея (1:3), казеина (1:5), желатин (1:5). Клей и желатину варят в котлах с паровой рубашкой при  $t^{\circ}$  не выше  $75^{\circ}$ . Казеин растворяют в тех же котлах в щелочной среде (5—7% буры, 1—2% технич. аммиака, в зависимости от кислотности казеина) при  $60^{\circ}$ . В качестве красящих веществ применяют минеральные краски (очень редко), лаки органич. красителей в пасте и растворимые в воде красители, гл. обр. основные и кислотные. Восковыми эмульсиями служат мыльные суспензии воска (пчелиного, карнаубского и др.). Клеящих веществ берут от 15 до 25% от сухого веса грунта. Воды в краске около 50%. Бумага в каждом случае К. должна иметь специфич. свойства: однородность, хорошую (машинную) гладкость, достаточную пористость, что необходимо для проникновения клеящего вещества грунта в бумагу, чтобы обеспечить прочность окраски на бумаге и т. д. Закрепление краски (сообщение ей прочности к трению) достигается добавлением хромовых квасцов или формалина для приведения клея в нерастворимое состояние. После тщательного размешивания в механич. мешалках краску пропускают сквозь ручные или механич. сита и подают на красильные машины.

Существует два метода крашения поверхности бумаги: 1) краска наносится на бумагу бесконечным сукном и разравнивается на ее поверхности системой щеток; 2) краска наносится на бумагу валиком и избыток ее снимается особым ножом—раклей. Красильные машины, работающие по первому методу, бывают для одностороннего и двустороннего К. Наиболее распространенный тип—машина для одностороннего крашения (см. фиг.). Бумага проходит с ролика между валиком А и бесконечным сукном В, к-рое, принимая краску из корыта С, наносит ее на поверхность бумаги. Бумага с краской огибает цилиндр D, где она проходит под систему подвижных и неподвижных щеток, к-рые распределяют и разравнивают краску, и пневматич. тягой протаскивается на палочный аппарат т. н. ф е с т о н н о й

с у ш и л к и. На этой машине производят грунтовое К. баритованных, меловых и т. п. бумаг, причем грунта берется обычно 25% от веса бумаги. В машинах, работающих по второму методу, бумага с ролика проходит



между двумя валиками, из к-рых один погружен в корыто, отжимается, проходит под раклей и через направляющий ролик поступает в сушилку; при этих машинах бывают сушилки интенсивного действия, с сокращенным сушильным ходом. Бумага проходит через камеру с горячим проточным воздухом, досушивается на сушильном барабане и в конце сушилки накатывается

на накатных машинах, дающих плотную намотку бумаги, что необходимо при дальнейшей обработке ее.

Отделка крашеной бумаги является существенной частью крашения бумаги. При К. бумаги широко применяются машины для придания бумаге глянца (фрикционный каладр, агатовые и щеточные машины), для получения тисненой поверхности и других эффектов.

**В. Абзин.**

**К. ножи.** Все сорта мягкого кожевенного товара подвергаются в настоящее время К. и лишь в виде исключения применяется кожа с так называемой натуральной окраской, сообщаемой коже дубильными материалами. По отношению к окраске следует различать следующие сорта кожевенного товара: а) красnodубная кожа, выдубленная танидами, б) хромовая кожа, выдубленная хромовыми солями, в) лайковая кожа, выдубленная солями алюминия, г) замша—кожа жирового дубления. Каждый из этих сортов требует специальной подготовки к процессу.

Подготовительные операции. Красnodубная кожа после дубления и сушки всегда содержит нек-рое количество танидов, к-рые в красильной ванне могут вызвать выпадение части основных красителей и дать пятнистую окраску; поэтому первая подготовительная операция заключается в тщательной промывке кожи в проточной воде. При К. в светлые тона необходимо иметь лицо кожи совершенно ровной окраски. Так как обыкновенно таниды отлагаются на лицевом слое кожи неравномерно и дают пятнистую окраску, то избыток танидов удаляют отбелкой. Для этой цели пользуются свойствами танидов переходить в щелочной среде в легко растворимую форму; кожу промывают в растворе буры или соды (0,5% соды кальцинированной или 2% буры от сухого веса кожи) в течение 10—15 мин. при  $t^\circ$  не выше 30—35°, затем промывают водой и нейтрализуют раствором щавелевой или муравьиной кислоты. Т. к. при этой операции лицевой слой слегка раздубливается, то обычно дают еще легкое додубление. В этом случае применяют

чаще всего сумах (5—10% от веса кожи), т. к. он придает ровный и светлый тон коже. Как промывку и отбелку, так и дубление обычно ведут в барабане, реже в гашпиле. Применение сумаха однако связано с тем, что в ткани кожи остаются вымываемые таниды; для перевода их в нерастворимую форму производится обработка закрепителями, дающими с танидами нерастворимые соединения. В качестве закрепителей служат рвотный камень и щавелевокислый калий-титан. Последний находит в настоящее время все большее применение при К. в коричневые тона, так как сообщает коже прекрасную по ровности и оттенку окраску. Кожа хромового дубления требует перед К. иных подготовительных операций. Помимо хромовых солей, удержанных тканью чисто механически и переходящих в красильный раствор, имеется и второй недостаток: хромовая кожа после дубления всегда дает кислую реакцию вследствие гидролиза остающихся в ткани кожи основных хромовых солей. В виду этого перед К. хромовую кожу обрабатывают раствором щелочи (1,5—2% буры или эквивалентные количества бикарбоната, силиката натрия, смеси аммиака и сернокислого аммония) с таким расчетом, чтобы хромовая соль, соединенная с волокном, отнюдь не перешла целиком в гидрат окиси хрома (в этом случае получается грубая и ломкая кожа). Кожа лайкового дубления характеризуется непрочностью соединения волокон с солями алюминия. Поэтому К. этого сорта кожи может производиться щеткой или на специальных машинах; если К. производится в красильных ваннах, то необходимо затем додубливать кожу дополнительно. Подготовительная операция перед К. состоит в легкой промывке для удаления с поверхности кожи избытка алюминиевых солей, чтобы иметь лицевой слой с равномерным отложением их. Кожа жирового дубления (замша) поступает в К. обычно в виде т. н. сального товара, т. е. с остатками ворвани от процесса дубления. Поэтому первой подготовительной операцией является обезжиривание путем промывки раствором мыла (ок. 2 кг на 100 шт.). При наличии специального аппарата обезжиривание производят при помощи растворителей жиров (чаще всего при помощи легкого бензина). Интенсивный желтый цвет замши мешает окрашиванию в светлые тона. Поэтому после обезжиривания следует беление замши. Для этой цели применяется перекись водорода (обычно готовится из перекиси натрия и серной к-ты) или марганцовокислый калий (перманганат); последний дает лучшие результаты (перманганат берется 0,1%-ный,  $t^\circ$  ванны 35°, продолжительность беления  $\frac{3}{4}$ —1 ч.). Образующийся на замше темный осадок двуокиси марганца удаляется в последующей ванне — в растворе сернистой к-ты или же (чаще) в растворе гидросульфита.

Методы крашения. 1) К. щеткой (старинный метод) применяется сейчас редко—для К. дубных кож только по лицу и для кожи лайкового дубления. Способ требует незначительного расхода красителя.



но невыгоден в смысле трудоемкости. Ровность тона достигается тем, что кожу красят во влажном состоянии после предварительного разглаживания циклей по лицу. 2) К. погружением (в корытах и мульдах) при массовом крашении неприменимо в виду большой трудоемкости, т. к. требует многократного окрашивания каждой кожи в отдельности. 3) К. обливанием заключается в обливании из ковшей кожи, повешенной на шесте над корытом, красильным раствором. Метод дает очень равномерную окраску, экономичен в смысле расхода красителей и более выгоден в отношении трудоемкости, чем предыдущие способы. Недосток его—очень слабая прокраска кожаной ткани, благодаря чему при растягивании кожи окраска заметно бледнеет. 4) К. в гашилях и барабанах применяется при массовом К. товара на з-де. Гашиль удобнее барабана, т. к. позволяет следить за процессом К. и регулировать  $t^\circ$ , повышая ее к концу К. Недосток гашиля—большое количество воды (300—400% от веса кожи вместо 150% в барабане), затрудняющее использование красильн. раствора; поэтому К. кожи ведется б. ч. в барабанах. 5) К. пульверизацией, применявшееся раньше при отделке кожи для нанесения аппретуры, в последнее время стали применять и при К. щеткой (лайковая кожа). Машины, служащие для этой цели, состоят из круглых и четырехугольных корыт со стоком и из равномернодвигающегося опрыскивателя, из которого красильный раствор под давлением 3—5 atm наносится на кожу, находящуюся в корыте.

Красители для К. кожи применяются основные, кислотные и субстантивные. Так как основные красители требуют предварительной протравы танидами, то они и применяются всегда при К. красной кожи. Хромовая кожа перед К. основными красителями подвергается предварительно протравлению танидами (гамбиром, сумахом) с последующим закреплением рвотным камнем или щавелевокислым титан-калием. Недосток основных красителей—подчеркивание дефектов и неравномерность строения лица кожи—заставляет при К. хромовой кожи основными красителями применять их в комбинации с красителями субстантивными, а именно: сначала кожа окрашивается субстантивными красителями, затем следует протравление танидами и наконец К. основными красителями, ценными яркостью оттенков. Субстантивные красители наиболее распространены для К. кожи хромовой дубления. К. ими требует соблюдения основного условия: процесс должен вестись в строго нейтральной или слабощелочной ванне. Так как кожа всегда имеет слабощелочной характер, то небольшая добавка щелочи в ванну является необходимой. Кислотные красители наряду с субстантивными находят широкое применение при К. хромовой товара. Достоинством кислотных красителей является их способность давать более глубокую прокраску. Поэтому кислотные красители применяют особенно часто при цветном К. хромовой кожи (в светлые и коричневые тона). Для сообщения красильной ван-

не кислотности применяют обычно муравьиную к-ту. Расход красителя (обычно 1—2,5% в зависимости от цвета) при К. кожи обычно рассчитывается по весу влажной кожи, подготовленной к К. (т. н. «строганий вес», т. е. вес кожи после стрижки). Протравные красители (камнеш, кварцитрон и т. п.), игравшие ранее чрезвычайно большую роль в крашении кожи, в настоящее время применяются лишь в незначительном количестве в тех случаях, когда не имеется нужной марки анилинового красителя (при крашении лайки и замши).

Ниже приводятся примеры К. различных сортов кожи (%-ные количества указаны от строганого веса). I. К. в черной цвет хромовой опойка. Промывка в барабане проточной водой 30 мин.; нейтрализация (воды 150%, буры 1,5%) при 30°, продолжительность 45 минут; промывка в барабанах проточной водой 15 мин.; красильная ванна в барабане (воды 150%, краски черной для хромовой кожи 1,25%) при 55°, продолжительность 30 минут; после вливания жировой эмульсии (7 ч. ализаринового масла, 5 ч. касторового масла, 5 ч. веретенного масла, 50 ч. воды—всего 2,5% жиров) при 55°, продолжительность 45 минут; выгрузка; отжимка; сушка. II. К. в коричневой цвет шевро (хромовой козылины). Промывка и нейтрализация—как и в предыдущем случае; 1-я красильная ванна (воды 150%, коричневого для кожи ГТ 0,3%, коричневого для кожи Г' 0,8%, коричневого для кожи Г'' 0,8%) при 60°, продолжительность 40 мин.; 2-я ванна протравная (отвар ивовой коры в количестве 8%, воды 150%) при 40°, продолжительность 30 мин. (с добавлением 0,5% рвотного камня—15 мин.); 3-я ванна из основных красителей (воды 150% от строганого веса, бисмарка коричневого 1,0%, хризоидина 0,3%) при 55°, продолжительность 40 мин.; промывка; жировка; отжимка; сушка. III. К. замши (хромовой) в коричневый цвет. Жировка: жировая эмульсия (5 ч. марсельского мыла, 0,3 ч. буры и 7,5 ч. воды) нагревается острым паром до растворения; добавляется 1 ч. касторового масла; по остыванию добавляется 1 ч. яичного желтка. Жировальной смеси берется 5%, воды 50%,  $t^\circ$  45°, продолжительность 30 минут; отжимка; сушка; шлифовка; промывка в воде при 60° в течение 1 часа; 1-я ванна (воды 150%, кислотного желтого 1%, аммиака 1%) при 60°, продолжительность 30 минут; 2-я ванна (воды 150%, гамбира 2%) при 60°, продолжительность 20 мин.; 3-я ванна (воды 150%, прочного коричневого К 1%) при 60°, продолжительность 30 минут; добавляется 1% муравьиной кислоты, растворенной в 5 л воды; продолжительность вращения 10 мин.; промывка; разводка; сушка. Н. Егоркин.

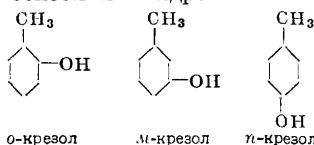
**К. меха.** Целью крашения меха является его «облагораживание»—придание меху более приятного для глаза цвета и оттенка. В настоящее время почти все меха подвергаются К. Даже наиболее благородные меховые шкурки (куница, соболь, илька и т. п.) подвергаются в большинстве случаев «подцветке», т. е. К. верха волоса для придания меху более глубокого оттенка.

Непосредственно перед К. волос очищают от покрывающего его слоя жировых веществ (обезжиривание), и концы волос, имеющие очень плотное строение, что мешает красильным растворам проникать вглубь ткани волоса, размягчают (уморение). После обезжиривания и уморения следует тщательная промывка, а затем меховые шкурки подвергают К. До последнего времени К. меха производилось почти исключительно протравными красителями. В новейшее время их б. ч. вытеснили красители типа черного анилина, получаемые при помощи веществ, известных под марками: урсолы, нако, фурролы, брунины и друг. Подробнее о К. меха см. *Меховое производство*.

*Лит.:* К. ножи: Ламб М., Крашение и отделка кожи, пер. с англ., Петроград, 1918; Хейфец С., Практическое руководство по крашению хромовой кожи, М.—Л., 1926; Ламб М.—Жаблонский Л., Lederfärberei u. Lederzurichtung, 2 Aufl., В., 1927; Jettmar J., Das Färberei des loharen Leders, 2 Aufl., Leipzig, 1922; «Collegium», Ober-Ramstadt; «La cuir technique», P.; «Der Gerber», Teplitz-Schönau; «Journ. of the Amer. Leather Chemists Assoc.», N. Y.—К. Бумаги: Производство полуфабрикатов и бумаги, т. 2, ч. 4, М., 1927 и т. 3, ч. 3, М., 1928; Нолан С., Praktisches Handbuch der Papierfabrikation, 3 Aufl., Berlin, 1926; Weichelt A., Buntpapier-Fabrikation, 3 Aufl., Berlin, 1927; Еггерт J., Das Färben d. Papierstoffes, 3 Aufl., Lpz., 1912.

### КРАШЕНИЕ ПУНЦОВОЕ, см. Крашение. КРАШЕНИЕ ТКАНЕЙ, см. Крашение.

**КРЕЗОЛЫ**, общий термин для обозначения изомерных оксиметилбензолов, отвечающих ф-ле  $C_6H_4(CH_3)(OH)$ . Существует всего три К., которые отличаются друг от друга положением метильной и гидроксильной групп в бензольном ядре



Из них o-крезол—кристаллич. вещество с  $t_{пл.}$  30—31°,  $t_{кип.}$  191°, уд. в. 1,045; 100 об. ч. насыщенного водного раствора содержат 2,4 об. ч. o-крезола; m-крезол плавится при 4°, кипит при 201°, удельн. в. 1,035, растворяется в воде до 0,53% объема; с раствором  $FeCl_3$  дает синее окрашивание; n-крезол плавится при 36,5°,  $t_{кип.}$  201°, уд. в. 1,034, растворим в воде до 1,8% по объему, с  $FeCl_3$  дает ту же цветн. реакцию. К. отличаются дезинфицирующей способностью; из них наибольшей дезинфицирующей способностью обладает m-крезол, затем o- и n-крезол.

**Получение.** Все три К. содержатся в продуктах сухой перегонки каменного и бурого угля, битуминозных сланцев, торфа и дерева. Для выделения К. из каменноугольного дегтя пользуются погонями, перегоняющимися при 165—195° (карболовое масло). Последние, после освобождения от главной массы нафталина, обрабатываются растворами едкого натра в два приема. Первыми порциями едкого натра (40—75% от всего требующегося количества) извлекают фенол, являющийся более сильной к-той, чем К., вторая же порция извлекает К. Для освобождения от следов нафталина щелочные растворы К. обрабатывают паром, фильтруют и вытесняют К. углекислотой. Эти К., называемые черной карболовой к-

слотой, разделяют фракционированием на фенол, К. и ксиленолы. Полученный таким путем продукт представляет собой смесь из всех изомеров, относительные количества которых зависят от природы исходного материала и условий пирогеенизации. К. каменноугольного дегтя в среднем содержат по 35—40% o- и m-крезола и 25% n-крезола. К. буроугольного дегтя содержат: 2% фенола, 28% m-крезола, до 12% n-крезола и креозол  $C_6H_3(CH_3)(OCH_3)^3(OH)^4$ . К. сланцевого дегтя: 5—6% фенола, 12—15% o-крезола, 30—35% m-крезола и 30—35% ксиленолов. Фракционированной разгонкой смеси крезолов удается получить почти чистый o-крезол. Остаток, представляющий собой смесь из 60% m-крезола и 40% n-крезола, обрабатывают при 100° 4-кратным количеством конц.  $H_2SO_4$  или, при обыкновенной  $t^\circ$ , дымящей серной кислотой (20% свободного  $SO_3$ ). По окончании сульфирования смесь разбавляют водой так, чтобы  $t_{кип.}$  раствора составляла от 125 до 130°, и пропускают перегретый водяной пар; при этом сульфокислота, отвечающая m-крезолу, разлагается и свободный m-крезол перегоняется вместе с водяным паром; n-сульфокислота остается в растворе и разлагается перегретым паром при более высокой  $t^\circ$ . Этот способ иногда видоизменяют так. обр., что смесь после сульфирования подвергают кристаллизации, причем выделяется n-сульфокислота, или сульфокислоты высаливают и затем подвергают обработке паром при различных  $t^\circ$ . Если сульфирование вести при недостаточном количестве  $H_2SO_4$ , то сульфировается только m-крезол, а n-крезол остается без изменения и м. б. извлечен бензолом. При действии 80—90%-ной серной к-ты преимущественно сульфировается m-крезол. Можно получить o- и n-крезолы также и синтетически—разложением диазосоединений соответствующих толуидинов,  $CH_3 \cdot C_6H_4 \cdot NH_2$ , или сплавлением o- или n-толуолсульфокислот с щелочами; m-крезол м. б. приготовлен из нафталинсульфокислоты посредством ее нагревания с едким натром под давлением.

В продаже существуют различные сорта К.: 1) сырая карболовая к-та, содержащая 25—30% или 45—50% фенолов; 2) 100%-ная карболовая к-та (черная карболовая к-та), перегоняется при 185—210°, состоит из К., значительных количеств фенола и ксиленолов; 3) 100%-ная карболовая кислота—буровато-желтая жидкость, перегоняющаяся в более узких темп-рных пределах; 4) чистый К.—бесцветная жидкость, перегоняется при 185—205°, состоит из трех изомерных К.; 5) технич. m-крезол; в продаже существуют 2 сорта; первый— $t_{кип.}$  199—204°, содержит 58—60% m-крезола, ~40% n-крезола и незначительн. количества o-крезола; второй— $t_{кип.}$  202—204°, свободен от o-крезола и содержит 88—90% m-крезола и 10% n-крезола. Испытание сырой карболовой кислоты обычно заключается в определении части, растворимой в щелочах. Пробу взбалтывают с раствором едкого натра, нерастворимый остаток извлекают петролейным эфиром, раствор подкисляют, обрабатывают водяным паром и в дистиллате непосредственно определяют фенолы. В виду того что

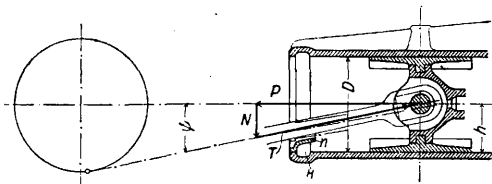
смеси К. расцениваются по содержанию в них К., испытание обычно проводится к определению этой наиболее ценной части: смеси К. обрабатывают азотной кислотой, причем м-крезол переходит в тринитрокрезол, а о- и п-крезолы окисляются до щавелевой кислоты. 1 ч. м-крезола отвечает 1,74 ч. тринитрокрезола.

Применение. Каменноугольный и бурогольный дегти служат для пропитки дерева (шпал, телеграфных столбов и т. п.), а также для дезинфекции. Для дезинфекции применяется также п-хлор-м-крезол, получаемый из продажного м-крезола обработкой хлористым сульфуром. Некоторые препараты К. применяются в медицине: трауматол (иодкрезол), эйрофен (иодистый изобутил-о-крезол), крезотин (ацетил-м-крезол), крезалол (салицил-м-крезол). К. служат также исходными продуктами для приготовления небольшого числа красителей. Крезолфосфаты применяются в лаковой промышленности как пластификаторы. В парфюмерии К. используются для приготовления крезилметилового эфира, употребляющегося при изготовлении искусственного илангового масла; м-крезол служит исходным продуктом для приготовления амбретол-мускуса; о- и п-крезолы—для получения салициловой к-ты и оксисбенальдегида. В технике взрывчатых веществ К. применяются для получения тринитрокрезола (крезилита). К. имеют широкое применение для изготовления искусственных смол и пластич. масс (карболит, бакелит и т. д.). В последнее время были сделаны удачные попытки применения К. в качестве экстрагирующей жидкости для получения уксусной к-ты из разбавленных растворов. При действии  $CO_2$  на натриевые соли К. образуются т. наз. крeзoтuнoвыe к-ты, из к-рых окислением м. б. получены о-, п- и м-оксисбензойные к-ты.

Лит.: Ullm. Enz., В. 7, р. 254; Lunge G. u. K ö h l e r H., Industrie d. Steinkohlenteers u. Ammoniaks, 5 Aufl., В. 1—2, Brschw., 1912. С. Медведев.

**КРЕЙТОН**, См. Хлопкопрядение.

**КРЕЙЦКОФ**, деталь кривошипно-шатунного механизма, обеспечивающая прямолинейность движения шарнира, соединяющего шатун со штоком, и передающая боковые усилия, возникающие в этом шарнире, на направляющие. На К. действуют следующие силы (фиг. 1): 1) сила давления на



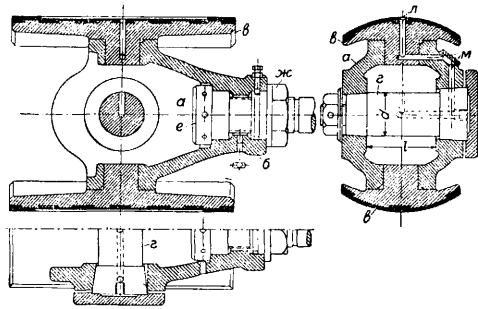
Фиг. 1.

поршень— $P$ , передаваемая штоком, 2) сила, действующая по оси шатуна,— $T$  и 3) реакция направляющих— $N$ . Силы эти связаны между собой следующей зависимостью:

$$N = P \operatorname{tg} \psi; N_{\max} = \lambda P; T = \frac{P}{\cos \psi}; T_{\max} = \frac{P}{\sqrt{1 + \lambda^2}},$$

где  $\psi$ —угол наклона шатуна к направлению движения К., а  $\lambda$ —отношение длин радиуса

кривошипа и шатуна.  $P$ —принимают обычно равным  $pF$ , где  $p$ —максимальное рабочее давление в цилиндре, а  $F$ —площадь поршня. В основных чертах К. состоит из тела К. а (фиг. 2 и 3), объединяющего в одно целое главные рабочие части К.: горловину б, соединяющую крейцкоф со штоком, башмаки в, которые скользят по направляющим, и части шарнирного соединения—цапфу а (фиг. 2) или втулку д (фиг. 3).

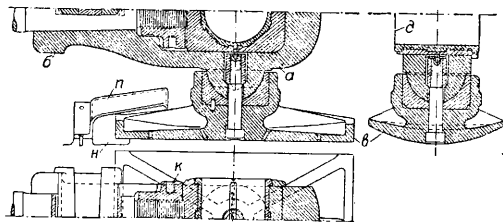


Фиг. 2.

Цапфа К. рассчитывается на прочность обычным способом, как балка, нагруженная равномерно распределенным усилием  $P$  или, точнее,  $T$  на длине ее свободной части. На смазку расчет ведут только на выдавливание, по формуле:

$$dl \geq \frac{P}{k_s},$$

где  $d$ — $\varnothing$  цапфы,  $l$ —ее длина, а  $k_s$ —максимальное допустимое давление на единицу



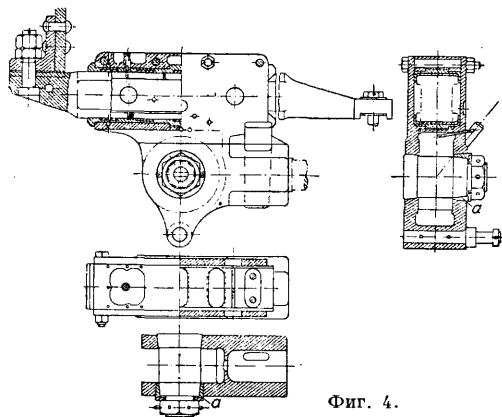
Фиг. 3.

площади проекции цапфы. Материал цапфы—сталь, материал подшипника—бронза. Значения  $k_s$  (в  $кг/см^2$ ) таковы:

Для паровых машин . . . . .	80—90
» подъемных паровых машин . . . . .	100—130
» газовых двигателей . . . . .	100—150
» паровозов . . . . .	150—300
» паровых машин миноносцев . . . . .	120—150

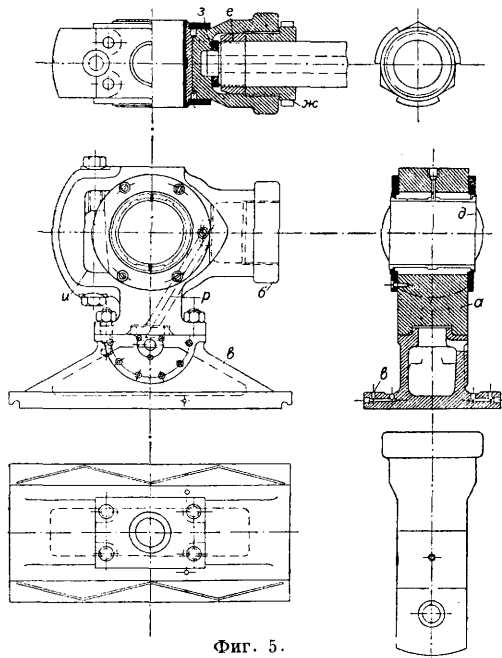
В виду малой скорости движения цапфы и его качательного характера при указанных значениях давлений обеспечена достаточная степень надежности против нагревания цапфы. Укрепление цапфы в теле К. производится обычно на конус (фиг. 2), причем для удобства обработки и возможности точной пригонки необходимо, чтобы оба конца цапфы являлись частями одной и той же конусной поверхности; помимо этого способа для закрепления цапфы прибегают к разрезным конусным кольцам а, вжимаемым в соответственной формы круговой щель между концом цапфы и телом крейцкофа (фиг. 4—крейцкоф паровой паровой машины с односторонними направляющими).

Крепление штока в теле К. является другой важной частью конструкции. Основным требованием, предъявляемым к кон-



Фиг. 4.

струкции крепления, является наличие напряженности соединения даже в состоянии покоя и передача усилий противоположных направлений двумя различными деталями; в противном случае, под действием меняющихся по направлению усилий, соединение вскоре расшатается. Одной из наиболее часто встречающихся конструкций является закрепление штока при помощи клина, причем опорная поверхность втулки К. выполняется в виде конуса (фиг. 3) или же в виде плоскости (фиг. 4); в последнем случае шток опирается на кольцевую поверхность дна выточки горловины. Клин (см.) рассчитывают по обычным формулам. Неудобством кли-



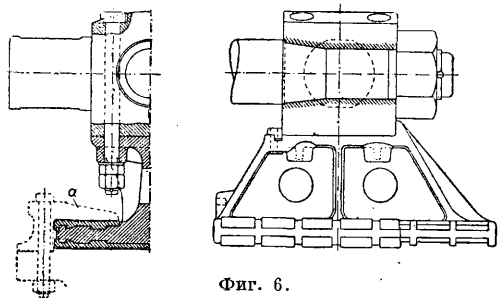
Фиг. 5.

нового соединения является значительная строительная длина К. (ср. фиг. 3 и 4) и невозможность изменения длины поршневого штока. Поэтому в последнее время часто производят соединение штока с К. при помо-

щи винтовой нарезки; задняя гайка *e* (фиг. 2) служит для регулирования длины штока и воспринимает растягивающие усилия штока, в то время как передняя гайка *ж* осуществляет необходимый натяг и передает на К. сжимающие усилия штока. В конструкции, изображенной на фиг. 5, внутренняя гайка *e* служит исключительно в качестве упора для внешней *ж*, сжимающие усилия передаются на К. шайбами *з*, толщину которых изменяют в случае необходимости изменить длину штока; внешняя гайка *ж* осуществляет натяг и воспринимает растягивающие усилия.

Подшипник К. делается во всех б. или м. крупных машинах разрезной, с установкой вкладышей при помощи клина *и* (фиг. 5) или винта *к* (фиг. 3). Вкладыши делаются обычно бронзовыми, в более крупных и ответственных машинах — с заливкой белым металлом.

Башмаки К. служат для передачи нормальных усилий, возникающих, вследствие конечной длины шатуна, на направля-



Фиг. 6.

ющие. Форма башмаков и способ соединения их с телом К. определяются всецело формой и расположением направляющих. Последние в большинстве современных стационарных горизонтальных машин делаются кругового сечения, вследствие удобства обработки на рассверливательном станке заодно с цилиндром или с фланцем станины, и располагаются симметрично относительно оси цилиндра. В двигателях, у которых нормальное усилие *N* меняет знак при работе, как например у всех машин с переменной направления вращения, у двигателей простого действия с высокой компрессией и т. д., необходимо устройство двух башмаков одинаковой величины, воспринимающих усилия обоих направлений (фиг. 1, 2, 3 и 4); в тех же случаях, когда *N* направлено всегда в одну сторону или по крайней мере обратное по направлению значение *N* бывает много меньше или встречается только при аномальных условиях работы, бывает достаточно снабдить К. одним башмаком, устроив у направляющих закраины (фиг. 6, *a*), которые опираются на соответствующие поверхности башмака (фиг. 5 и 6). В паровых паровых машинах и двигателях внутреннего сгорания двойного действия обычно делают К. этой последней конструкции (фиг. 5 — газового двигателя; фиг. 6 — судовой паровой машины; основная поверхность башмака служит для принятия давления при переднем ходе, а вспомогательная — при заднем). У обоих упомянутых родов дви-

гателей направляющие помещаются на стойках, обрабатываемых отдельно от цилиндра, поэтому рабочую поверхность башмака выполняют плоской. Соединение башмаков с телом крэйцкопфа делают обычно на болтах, причем касательные усилия воспринимаются особыми специально пригнанными цапфами и втулками (фиг. 2, 3 и 5) или канавками и шпонками (фиг. 6). Наружный диаметр  $D$  направляющих поверхностей  $K$ . или его высоту  $h$  определяют по фиг. 1, вчерчивая шатун в его наиболее отклоненном положении и принимая во внимание маслоуловители и масленки, расположенные на концах направляющих. Величину опорной поверхности башмаков  $K$ . рассчитывают на невыдавливание смазки при максимальном нормальном давлении  $N_{max}$ ; при этом принимаются следующие значения  $k_d$ —давления на единицу поверхности проекции башмака:  $k_d = 2 \div 3 \text{ кг/см}^2$  для чугуна по чугуну,  $k_d = 2,5 \div 4 \text{ кг/см}^2$  для белого металла по чугуну и  $k_d = 4 \div 6$  (и до 10)  $\text{кг/см}^2$  для бронзы и стали в паровых  $K$ .

Смазка  $K$ ., как и всякой движущейся прямолинейно-возвратно детали, довольно затруднительна. Нормальным способом смазки цапфы  $K$ . является применение капельных масленок, причем масляные капли снимаются с концов трубочек особыми маслособирателями в горизонтальных машинах или улавливаются чашечкой, прикрепленной на конце цапфы  $K$ .,—в вертикальных. Иногда масло для смазки цапфы улавливается особой канавкой  $l$  (фиг. 2) верхнего башмака крэйцкопфа и оттуда по каналам  $m$  поступает в цапфу или падает по трубочке в подшипник шатуна. Смазка башмаков горизонтальных машин производится обычно таким образом, что верхний башмак получает свежее масло, поступающее из капельных масленок, сидящих на верхних направляющих, а нижний башмак получает отработанное масло от верхнего башмака и цапфы  $K$ ., которое скопляется по концам направляющих в особых карманах  $n$  (фиг. 1 и 3) и оттуда в конце каждого хода выбрызгивается торцевой поверхностью башмака, отражается специальным козырьком  $n$  и падает в углубления на верхней поверхности башмака, откуда оно через отверстия попадает к трущимся поверхностям. В вертикальных машинах этот способ неприменим, и там обычно свежее масло поступает из масленок на верхнюю часть направляющих и затем скопляется внизу их в особых маслоуловителях; имеющиеся на нижних концах башмаков  $K$ . металлич. щетки или гребенки в конце хода погружаются в маслоуловители и, забирая оттуда масло, смазывают нижнюю часть направляющих. Для обеспечения правильного распределения масляного слоя по площади башмака делают канавки или образуют рабочую поверхность башмака из ряда отдельных полос белого металла. В последнее время применяют в смазке башмаков принцип подшипников Мичелли (Michell), для чего скашивают ребра подводящих масло канавок в форме наклонной плоскости, что в соединении с укреплением башмаков на теле  $K$ ., допускающим известную подвижность их (фиг. 3), дает возможность слою

масла приобретать форму клина, обеспечивающую наилучшую смазку всей поверхности башмака. Тех же результатов достигают в  $K$ . по фиг. 6, скашивая и закругляя ребра полос белого металла.

Охлаждение  $K$ . в тех случаях, когда оно необходимо, также является весьма затруднительным. В судовых паровых машинах обычно охлаждают не самый  $K$ ., а направляющие. В крупных двигателях внутреннего сгорания, особенно двойного действия, у которых приходится охлаждать поршень и шток, вода для охлаждения последних поступает по телескопическим или качающимся трубам обычно в  $K$ ., чем и пользуются для попутного охлаждения башмаков его (фиг. 5); из башмака вода поступает по каналу в теле  $K$ . через высверленный шток в тело поршня.

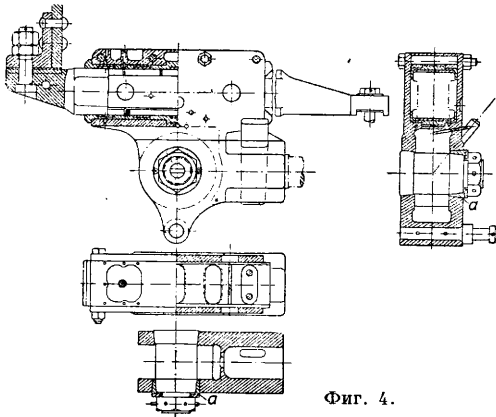
Кроме описанных выше  $K$ . этим именем называют иногда ползуны, поддерживающие свободный конец сквозного штока или соединение двух штоков в машинах тендем. Так как в этом случае  $K$ . служит лишь для поддержки, то надобность в двухсторонней опоре пропадает и такие крэйцкопфы делают с одним башмаком; кроме того конечно отпадает цапфа или подшипник и весь  $K$ . сводится к горловине, соединенной с башмаком. Основы конструкции остаются и в этом случае те же.

Лит.: R ö t s c h e r F., Die Maschinenelemente, B. 2, B., 1929; Frey H., Schubstangen u. Kreuzköpfe. Einzelkonstruktionen aus d. Maschinenbau, hrsg. v. C. Volk, H. 6, B., 1913; D u b b e l H., Grossgasmaschinen, B., 1910; P o h l h a u s e n A., Die Kolben-dampfmaschinen, 5 Aufl., Lpz., 1925. Л. Павлушок.

**КРЕКИНГ-ПРОЦЕСС**, перегонка нефти и нефтепродуктов, при которой последние терпевают частично термический распад с образованием ряда газообразн. углеводородов, жидких продуктов (см. Бензин-крекинг) и кокса. Различают: 1)  $K$ -п. в жидкой фазе, 2)  $K$ -п. в паровой фазе и 3)  $K$ -п. в присутствии катализаторов.

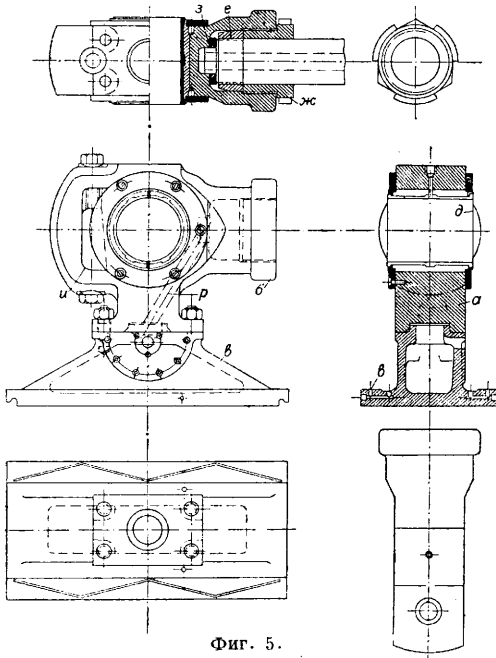
$K$ -п. в жидкой фазе. Первые способы  $K$ -п. в жидкой фазе, не нашедшие однако практического применения, предложили Дьюар и Редвуд (1890 г.) и русские инженеры В. Г. Шухов и Гаврилов (1891 г.). В 1913 году В. Бертон получил патент на производство газойля по схеме, быстро получившей широкое техническое применение в Америке и положившей основание новой мощной отрасли нефтяной промышленности. По этому патенту процесс ведется в толстостенном горизонтальном хорошо изолированном кубе емкостью 200—250 баррелей. Температура крекируемой жидкости не превышает 400—410°; давление 4—5 atm. Образующиеся пары поступают в дефлегматор; из дефлегматора флегма неразложившегося крекируемого продукта возвращается обратно в куб, пары же образовавшегося крекинг бензина вместе с другими газообразными продуктами  $K$ -п. направляются в холодильник и далее в сборник, откуда, после отделения от газа, крекинг-бензин поступает в резервуары. Сырье, подлежащее крекингу (обыкновенно газойль—солжаровое масло), поступает в куб через дефлегматор вместе с возвращаемой флегмой. В этой первой получившей практическое применение систе-

Крепление штока в теле К. является другой важной частью конструкции. Основным требованием, предъявляемым к кон-



Фиг. 4.

струкции крепления, является наличие напряженности соединения даже в состоянии покоя и передача усилий противоположных направлений двумя различными деталями; в противном случае, под действием меняющихся по направлению усилий, соединение вскоре расшатается. Одной из наиболее часто встречающихся конструкций является закрепление штока при помощи клина, причем опорная поверхность втулки К. выполняется в виде конуса (фиг. 3) или же в виде плоскости (фиг. 4); в последнем случае шток опирается на кольцевую поверхность дна выточки горловины. *Клин* (см.) рассчитывают по обычным формулам. Неудобством кли-



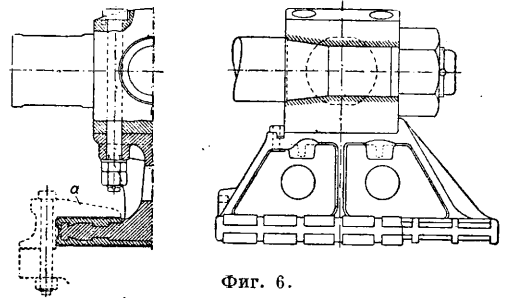
Фиг. 5.

нового соединения является значительная строительная длина К. (ср. фиг. 3 и 4) и невозможность изменения длины поршневого штока. Поэтому в последнее время часто производят соединение штока с К. при помо-

щи винтовой нарезки; задняя гайка *е* (фиг. 2) служит для регулирования длины штока и воспринимает растягивающие усилия штока, в то время как передняя гайка *жс* осуществляет необходимый натяг и передает на К. сжимающие усилия штока. В конструкции, изображенной на фиг. 5, внутренняя гайка *е* служит исключительно в качестве упора для внешней *жс*, сжимающие усилия передаются на К. шайбами *з*, толщину которых изменяют в случае необходимости изменить длину штока; внешняя гайка *жс* осуществляет натяг и воспринимает растягивающие усилия.

Подшипник К. делается во всех б. или м. крупных машинах разрезной, с установкой вкладышей при помощи клина *и* (фиг. 5) или винта *к* (фиг. 3). Вкладыши делают обычно бронзовыми, в более крупных и ответственных машинах — с заливкой белым металлом.

Башмаки К. служат для передачи нормальных усилий, возникающих, вследствие конечной длины шатуна, на направля-



Фиг. 6.

ющие. Форма башмаков и способ соединения их с телом К. определяются всецело формой и расположением направляющих. Последние в большинстве современных стационарных горизонтальных машин делают кругового сечения, вследствие удобства обработки на расклевывательном станке заодно с цилиндром или с фланцем станины, и располагаются симметрично относительно оси цилиндра. В двигателях, у которых нормальное усилие *N* меняет знак при работе, как например у всех машин с переменной направления вращения, у двигателей простого действия с высокой компрессией и т. д., необходимо устройство двух башмаков одинаковой величины, воспринимающих усилия обоих направлений (фиг. 1, 2, 3 и 4); в тех же случаях, когда *N* направлено всегда в одну сторону или по крайней мере обратное по направлению значение *N* бывает много меньше или встречается только при аномальных условиях работы, бывает достаточно снабдить К. одним башмаком, устройством у направляющих закраны (фиг. 6, а), которые опираются на соответствующие поверхности башмака (фиг. 5 и 6). В паровых машинах и двигателях внутреннего сгорания двойного действия обычно делают К. этой последней конструкции (фиг. 5 — газового двигателя; фиг. 6 — судовой паровой машины; основная поверхность башмака служит для принятия давления при переднем ходе, а вспомогательная — при заднем). У обоих упомянутых родов дви-

гателей направляющие помещаются на стойках, обрабатываемых отдельно от цилиндра, поэтому рабочую поверхность башмака выполняют плоской. Соединение башмаков с телом крейцкопфа делают обычно на болтах, причем касательные усилия воспринимаются особыми специально пригнанными цапфами и втулками (фиг. 2, 3 и 5) или канавками и шпонками (фиг. 6). Наружный диаметр  $D$  направляющих поверхностей  $K$ . или его высоту  $h$  определяют по фиг. 1, вчерчивая шатун в его наиболее отклоненном положении и принимая во внимание маслоуловители и масленки, расположенные на концах направляющих. Величину опорной поверхности башмаков  $K$ . рассчитывают на невыдавливание смазки при максимальном нормальном давлении  $N_{max}$ ; при этом принимают следующие значения  $k_d$ —давления на единицу поверхности проекции башмака:  $k_d = 2 \div 3$  кг/см<sup>2</sup> для чугуна по чугуну,  $k_d = 2,5 \div 4$  кг/см<sup>2</sup> для белого металла по чугуну и  $k_d = 4 \div 6$  (и до 10) кг/см<sup>2</sup> для бронзы и стали в паровозных  $K$ .

Смазка  $K$ ., как и всякой движущейся прямолинейно-возвратно детали, довольно затруднительна. Нормальным способом смазки цапфы  $K$ . является применение капельных масленок, причем масляные капли снимаются с концов трубочек особыми маслособирателями в горизонтальных машинах или улавливаются чашечкой, прикрепленной на конце цапфы  $K$ .,—в вертикальных. Иногда масло для смазки цапфы улавливается особой канавкой  $l$  (фиг. 2) верхнего башмака крейцкопфа и оттуда по каналам  $m$  поступает в цапфу или падает по трубочке в подшипник шатуна. Смазка башмаков горизонтальных машин производится обычно таким образом, что верхний башмак получает свежее масло, поступающее из капельных масленок, сидящих на верхних направляющих, а нижний башмак получает отработанное масло от верхнего башмака и цапфы  $K$ ., которое скопляется по концам направляющих в особых карманах  $n$  (фиг. 1 и 3) и оттуда в конце каждого хода выбрызгивается торцевой поверхностью башмака, отражается специальным козырьком  $n$  и падает в углубления на верхней поверхности башмака, откуда оно через отверстия попадает к трущимся поверхностям. В вертикальных машинах этот способ неприменим, и там обычно свежее масло поступает из масленок на верхнюю часть направляющих и затем скопляется внизу их в особых маслоуловителях; имеющиеся на нижних концах башмаков  $K$ . металлич. щетки или гребенки в конце хода погружаются в маслоуловители и, забирая оттуда масло, смазывают нижнюю часть направляющих. Для обеспечения правильного распределения масляного слоя по площади башмака делают канавки или образуют рабочую поверхность башмака из ряда отдельных полос белого металла. В последнее время применяют в смазке башмаков принцип подшипников Мичелля (Michell), для чего скашивают ребра подводящих масло канавок в форме наклонной плоскости, что в соединении с укреплением башмаков на теле  $K$ ., допускающим известную подвижность их (фиг. 3), дает возможность слою

масла приобретать форму клина, обеспечивающую наилучшую смазку всей поверхности башмака. Тех же результатов достигают в  $K$ . по фиг. 6, скашивая и закругляя ребра полосок белого металла.

Охлаждение  $K$ . в тех случаях, когда оно необходимо, также является весьма затруднительным. В судовых паровых машинах обычно охлаждают не самый  $K$ ., а направляющие. В крупных двигателях внутреннего сгорания, особенно двойного действия, у  $K$ -рых приходится охлаждать поршень и шток, вода для охлаждения последних поступает по телескопическим или качающимся трубам обычно в  $K$ ., чем и пользуются для попутного охлаждения башмаков его (фиг. 5); из башмака вода поступает по каналу в теле  $K$ . через высверленный шток в тело поршня.

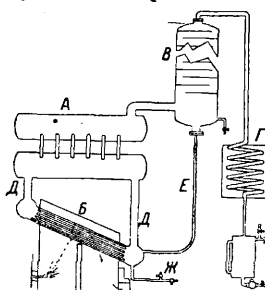
Кроме описанных выше  $K$ . этим именем называют иногда ползуны, поддерживающие свободный конец сквозного штока или соединение двух штоков в машинах тендем. Так как в этом случае  $K$ . служит лишь для поддержки, то надобность в двухсторонней опоре пропадает и такие крейцкопфы делают с одним башмаком; кроме того конечно отпадает цапфа или подшипник и весь  $K$ . сводится к горловине, соединенной с башмаком. Основные конструкции остаются и в этом случае те же.

*Лит.: Röttscher F., Die Maschinenelemente, B. 2, B., 1929; Frey H., Schubstangen u. Kreuzköpfe, Einzelkonstruktionen aus d. Maschinenbau, hrsg. v. C. Volk, H. 6, B., 1913; Dübberl H., Groggmaschinen, B., 1910; Pohlhausen A., Die Kolbendampfmaschinen, 5 Aufl., Lpz., 1925. Л. Павлушов.*

**КРЕКИНГ-ПРОЦЕСС**, перегонка нефтей и нефтепродуктов, при которой последние претерпевают частично термический распад с образованием ряда газообразн. углеводородов, жидких продуктов (см. *Бензин-крекинг*) и кокса. Различают: 1)  $K$ -п. в жидкой фазе, 2)  $K$ -п. в паровой фазе и 3)  $K$ -п. в присутствии катализаторов.

$K$ -п. в жидкой фазе. Первые способы  $K$ -п. в жидкой фазе, не нашедшие однако практического применения, предложили Дьюар и Редвуд (1890 г.) и русские инженеры В. Г. Шухов и Гаврилов (1891 г.). В 1913 году В. Бертон получил патент на производство газолита по схеме, быстро получившей широкое техническое применение в Америке и положившей основание новой мощной отрасли нефтяной промышленности. По этому патенту процесс ведется в толстостенном горизонтальном хорошо изолированном кубе емкостью 200—250 баррелей. Температура крекируемой жидкости не превышает 400—410°; давление 4—5 atm. Образующиеся пары поступают в дефлегматор; из дефлегматора флегма неразложившегося крекируемого продукта возвращается обратно в куб, пары же образовавшегося крекинг бензина вместе с другими газообразными продуктами  $K$ -п. направляются в холодильник и далее в сборник, откуда, после отделения от газа, крекинг-бензин поступает в резервуары. Сырье, подлежащее крекингу (обыкновенно газойль — соляровое масло), поступает в куб через дефлегматор вместе с возвращаемой флегмой. В этой первой полувыведшей практическое применение систе-

ме нагревание и самый процесс крекинга не были еще обособлены, что влекло за собой большие осложнения, связанные с отложением кокса в зоне нагревания и протекающей отсюда возможностью местных перегревов. Во избежание этих осложнений в первоначальную систему Бертона был внесен ряд б. или м. существенных изменений, сущность к-рых сводится либо к отделению

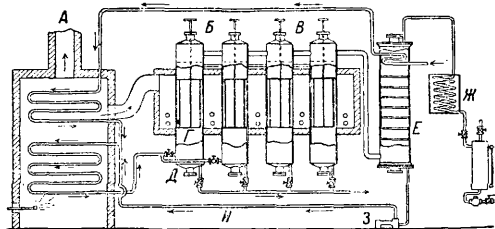


Фиг. 1.

процесса собственно обогрева от процесса крекинга (патент Кларка) либо к предупреждению осаждения кокса в зоне нагревания другими способами, например при помощи так назыв. ложных днищ (патент Гемфри). Одно из таких видоизменений сист. Бертона (владельцем патента Бертона является фирма Standard Oil Co.), получившее особенно широкое распространение, изображено на фиг. 1. Непосредственному обогреву здесь подвергаются не самые кубы А (в новейших установках—двойные), а система наклонных труб В, в к-рых благодаря усиленной циркуляции крекируемой жидкости осаждение кокса вовсе не наблюдается. Пары поступают из куба в колонну В, из которой они направляются в холодильник Г и далее, флегма же через трубу Е возвращается в барабан Д для нового крекинга; сюда же через особую трубу Ж подается сырье. К тому же типу систем крекинга относится получающийся за последнее время довольно широкое применение патент Дженкинса. Циркуляция крекируемой жидкости в этой системе еще более увеличена при помощи специального пропеллера, помещаемого в одном из двух вертикальных барабанов Д (более длинном); число наклонных труб у Дженкинса доходит до 120. Благодаря такому устройству полная циркуляция жидкости достигается здесь в течение всего 20 сек. Давление в кубе и дефлегматоре у Дженкинса повышено до 9—12 atm;  $t^\circ$  жидкости 410—420°. Рабочий цикл свыше 10 суток, тогда как у Бертона, Кларка и в других системах не больше 3 суток, после чего работа останавливается для чистки от кокса и тщательного осмотра батарей. В системе Флеминга характерной особенностью является куб, поставленный вертикально, откуда пары направляются в дефлегматор; сюда же подкачивается и сырье (газойль), благодаря чему эффективность действия дефлегматора возрастает, а вместе с тем происходит теплообмен: подкачиваемое сырье нагревается за счет образования флегмы и вместе с последней направляется в куб уже в подогретом состоянии. Все вышеописанные системы крекинга являются кубовыми: в них нагревание и реакция (крекинг) происходят либо в одном и том же кубе либо в разных частях аппарата, представляющих однако одно целое с кубом. Крупным шагом вперед в усовершенствовании аппаратуры крекинга явилось обособление процесса нагревания от самой реакции

(крекинга): нагревание ведется в особой трубчатке, реакция происходит в обособленной реакционной камере (кубе). Важнейшими системами этого рода являются системы Холмс-Манли, Деббса и Кросса, имеющие в настоящее время наиболее широкое распространение в Америке.

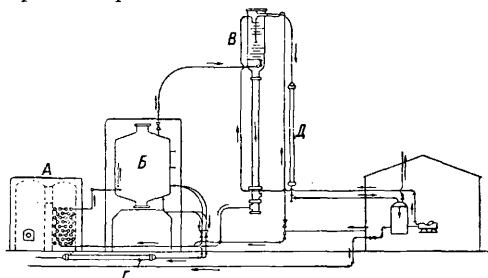
В системе Холмс-Манли (фиг. 2) крекируемый материал, обычно газойль, нагревается в трубчатой печи А; отсюда сырье поступает в нижнюю часть двух первых вертикальных кубов В, а затем в два таких же куба В.



Фиг. 2.

Кубы (12×0,9 м) нагреваются частью отходящих топочных газов до 412—432°. Давление в кубах ~15 atm. Для освобождения стенок кубов от кокса кубы снабжены особыми скребками Г. Главная масса кокса оседает в первых двух кубах и скапливается в их нижней, не обогреваемой части, снабженной открывающейся крышкой Д. Из кубов пары поступают в дефлегмационную колонну Е, где происходит разделение: пары направляются в холодильник Ж, флегма же при помощи сильного насоса 3 нагнетается по трубопроводу И в трубчатую печь, подогрывается здесь, смешивается со свежим подогретым газойлем и снова направляется в кубы. Продолжительность рабочего цикла достигает в этой системе 30 дней. Патент принадлежит фирме Texas Co. и ею широко эксплуатируется.

В установках системы Деббса (фиг. 3) сырье нагревается также в обособленной



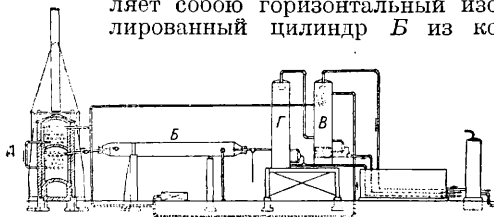
Фиг. 3.

трубчатке А, откуда при 450—480° оно поступает в хорошо изолированную реакционную камеру В diam. 10 фт. и высотой до 40 фт.; внешний diam. труб ~ 5 дм.; пропускная способность установки ~ 2 500 баррелей в сутки, считая в том числе материал для повторного крекинга. В реакционной камере происходит отделение паров, направляющегося далее в колонну В, от остатка, стекающего по особой трубе в холодильник Д и далее в резервуар. В реакционной же камере преимущественно оседает кокс. Давление в ко-



лонне, трубчатке и холодильнике *D* такое же, как и в реакционной камере (12—15 *atm*). Температура паров, выходящих из колонны, достигает 230—300°; в виду этого получаемый по Деббсу крекинг-овый дистиллат содержит довольно много керосина и газойля (20—40%); для получения из него газойля стандартных качеств дистиллат подвергают вторичной перегонке. Выход на бензин у Деббса при работе на газойле достигает 60%, при работе же на тяжелых нефтях и мазутах 40—50%. Рабочий цикл в первом случае 6 и более дней; в новейших аппаратах Деббса он превышает 10 дней и достигает даже 30 дней; при работе на мазуте рабочий цикл 3—5 дней. Образование кокса у Деббса довольно значительно. Расход на топливо около 8% переработанного сырья.

В наиболее совершенной системе Кросса (фиг. 4) сырье подается особым насосом в обычного типа трубчатку *A*, где оно нагревается до 450—470° при давлении до 50 *atm*; из трубчатки сырье поступает в реакционную камеру. Последняя у Кросса представляет собою горизонтальный изолированный цилиндр *B* из ко-



Фиг. 4.

ваной стали; размеры его—0,95×12 м, толщина стенок—от 7,5 до 10 см. Здесь при температуре жидкости несколько пониженной (до 400—420°) и при прежнем давлении происходит крекинг, причем кокс оседает здесь же, постепенно заполняя реакционную камеру, так что в конце рабочего цикла (9—12 дн. при работе на керосине и газойле и 5—7 дн. при работе на мазуте) вследствие заполнения камеры коксом продолжительность пребывания в ней нефтепродукта уменьшается раза в 4 (в этом—существенный недостаток системы). Из реакционной камеры сырье поступает сначала в особую трубчатку ректификационной колонны *B*, где оно отдает часть своего тепла флегме, а затем через редукционный вентиль направляется в испарительную камеру *G*. Здесь температура падает уже более значительно: до 340° для паров и до 325° для остатков на дне камеры. Испарительная камера у Кросса имеет форму вертикального цилиндра 1,8×12 м; толщина стенки 1,1 см. Назначение ее—то же, что эвапораторов у современных трубчаток. Из испарительной камеры флегма идет на повторное крекирование, пары же поступают в ректификационную колонну *B*, к-рая работает при давлении ~ 2 *atm* и дает готовый продукт. Расход топлива у Кросса ~ 4% переработанного сырья; количество образующегося кокса не превышает 1—2%. Выходы на газойль примерно те же, что у Деббса. Пропускная способность стандартной установки Кросса в сутки—500 баррелей свежего сырья или 1 000 баррелей смеси сырья с материалом для повторного крекин-

га. В новейших установках Кросса пропускная способность почти удвоена. Очень мало отличается от сист. Кросса сист. Виккерса; по этой системе были построены первые крекинг-аппараты в СССР (Баку и Грозный).

Во всех описанных выше системах (даже у Кросса, как показывают новейшие исследования) К.-п. протекает частью в жидкой, частью в паровой фазе. Поэтому правильнее называть их системами крекинга в смеси жидкой и паровой фазы. Их главные общие недостатки: 1) необходимость работать под давлением, часто высоким, отсюда большая стоимость аппаратуры и опасность взрывов, и 2) неизбежность повторного крекинга, что сильно понижает пропускную способность аппаратуры.

К.-п. в паровой фазе при атмосферном давлении. Благодаря высокой температуре, при которой можно вести крекинг в паровой фазе (до 600°), скорость реакции здесь чрезвычайно велика (практически—мгновенна), вследствие чего необходимость в реакционной камере в данном случае отпадает. Получающийся продукт чрезвычайно богат ароматиками и обладает высокими антидетонационными свойствами. К числу общих недостатков, препятствующих распространению систем крекинга в паровой фазе относятся: большой расход топлива (до 10%), что связано с трудностями экономного нагрева паров до высокой температуры, и чрезмерно большое образование газообразных продуктов (до 25%). В виду этого К.-п. в паровой фазе до сих пор не получил массового распространения, и число работающих инсталляций определяется лишь единицами. Важнейшими из них являются системы Лимона, Жиро и Нюкса.

К.-п. в присутствии катализаторов. Разнообразные затруднения, возникающие при осуществлении К.-п. в техническом масштабе как в жидкой, так и в паровой фазе, заставляют искать такие вещества (катализаторы), присутствие к-рых облегчило бы решение основной задачи крекинга—превращения тяжелых нефтяных углеводородов в легкие (бензин). Такими веществами оказались безводные хлористый алюминий и нек-рые другие хлориды. При перегонке в присутствии хлористого алюминия солярового масла, а также нек-рых нефтей в перегонном кубе обычного типа (с дефлегматором) удается получить 60—80% газойля и керосина; кроме того образуется небольшое количество кокса и газа. При перегонке до конца, т. е. до кокса, хлористый алюминий остается с коксом и после регенерации м. б. вновь использован; расход хлористого алюминия составляет несколько процентов от загрузки сырья. Газолин, получаемый этим способом, существенно отличается по своему составу от газойля, получаемого путем обычного крекинга в жидкой или паровой фазе: он состоит исключительно из насыщенных углеводородов, вследствие чего очистка его значительно легче, чем бензинов крекинга других видов; однако по той же самой причине антидетонационные свойства его д. б. значительно ниже (отсутствие непредельных и ароматиков). Главным препятствием для широкого применения этого

вида крекинга в технике служит слишком высокая цена Хлористого алюминия, но в самое последнее время найдены способы получения его по цене во много раз ниже, чем раньше. При таких условиях простота аппаратуры и последующих операций обеспечивают повидимому этому способу самое широкое распространение.

Статистика К.-п. До 1920 года крекинг производился в США почти исклю-

Табл. 1.—Важнейшие системы крекинга.

Системы крекинга	Число единиц в 1926 г.	Пропускная способность (баррелей в сутки)	
		1926 г.	1928 г.
Бертон . . . . .	1 555	337 805	238 100
Дженкинс . . . . .	18	16 100	31 500
Холмс-Манли . . . . .	90	90 000	177 200
Деббс . . . . .	137	94 800	129 400
Кросс . . . . .	134	123 600	278 900
Другие . . . . .	625	277 785	501 900
Итого . . . . .	2 559	940 090	1 357 000

чительно по способу Бертона. В табл. 1 приведены данные о пропускной способности важнейших систем крекинга в 1926 и 1928 гг. Рост производства бензина в США путем крекинга, по сравнению с другими способами, виден из табл. 2.

Табл. 2.—Выработка бензина в США.

Способы переработки	1918 г.		1925 г.		1928 г.	
	Тыс. баррелей	%	Тыс. баррелей	%	Тыс. баррелей	%
Бензин из газа . . . . .	6 740	7,9	19 636	7,6	35 365	9,4
» прямой . . . . .	69 696	82,1	171 382	66,0	219 437	58,2
Бензин-крекинг . . . . .	8 571	10,0	68 583	26,4	122 381	32,4
	85 007	100,0	259 601	100,0	377 183	100,0

Ниже приведены процентные отношения полученного разными способами бензина ко всей переработанной в США нефти.

	1918 г.	1925 г.	1928 г.
Бензин из газа . . . . .	2,0	2,7	3,9
» прямой . . . . .	21,7	23,1	24,0
» крекинг . . . . .	3,6	9,2	13,4
Всего . . . . .	27,3	35,0	41,3

Такие успехи К.-п. при все растущем потреблении бензина для двигателей внутреннего сгорания отводят этому способу переработки нефти важнейшее место в задаче сохранения нефтяных ресурсов за счет переработки на бензин путем К.-п. таких малоценных нефтепродуктов, как соляровое масло, мазут и тяжелые нефти.

Лит.: Сахапов А. Н. и Тиличев М. Д., Крекинг в жидкой фазе (химия и технология). М.—Л., 1928; Стрижов И. Н., Америк. нефтепереработочные заводы, М., 1929; Вальгис В. Описание установки «Виккерс», «АзНХ», 1927, 10 (70), стр. 53; Зелинский Н. Д., О бензинизации нефтяных продуктов, «Нефт. и сланц. хоз.», М., 1920—21; Максимович Ю. К., Экономика и товарные возможности крекинг-процесса, «НХ», 1929, т. 16, 3, стр. 631; Cross R.,

A Handbook of Petroleum, Asphalt and Natural Gas, Kansas City, 1928; Leslie E. H., Motor Fuels, New York, 1923; Day D., Handbook of the Petroleum Industry, N. Y., 1923. С. Наметини.

**КРЕМАЦИЯ**, сжигание человеческих трупов. В более широком смысле слова, в соответствии с установившимися ныне формами и приемами трупосжигания, под К. разумеется огненное погребение. Современная К. существует лишь около 50 лет. Положение кремационного дела на Западе и в США усматривается из приводимой ниже таблицы. Имеются кроме того крематории в Австрии, Австралии, Африке, Аргентине, Голландии, Индии, Канаде, Китае, Мексике, Румынии, Финляндии, СССР (в Москве) и в Японии. В последней сжигание очень распространено, но производится в примитивных печах. В Японии более 36 000 крематориев, если считать примитивные крематории в деревнях. Преимущества К. сравнительно с погребением в земле следующие. С земельно-экономической точки зрения К. освобождает города от необходимости отвода новых участков под кладбища и дает возможность постепенно ликвидировать старые кладбища, превращая их в парки и сады. В санитарно-гигиенич. отношении К. совершенна, ибо бактерии всякой заразн. болезни уничтожаются высокой температурой печей, а трупная жидкость удаляется в виде обезвреженных паров через дымовую трубу кремационной печи, между тем как при земельном захоронении при неблагоприятных почвенных и других условиях кладбищенской тер-

ритории (высокие грунтовые воды, скученность могил и пр.) не исключена возможность замедления естественного процесса разложения, соприкосновения гниющего трупа с грунтовыми водами, насыщения почвы органич. веществами, со всеми вытекающими отсюда отрицательными последствиями. В то время как разложение трупа в земле продолжается иногда более 30 лет, в кремационной печи в течение часа от трупа остаются мелкие кусочки белых чистых костей, состоящие из безвредных, преимущественно фосфорнокислых, соединений. Кроме того К. играет весьма существенную роль и в строительстве нового быта, так как с введением ее наступает конец «негленным» мошам и прочим чудесам, суевериям и предрассудкам.

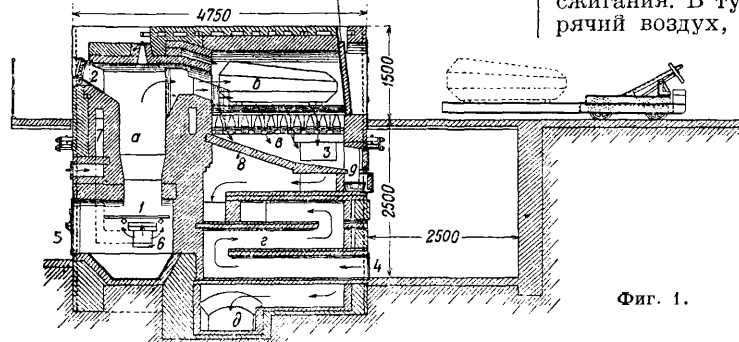
Кремационные печи. К современным печам предъявляются следующие требования: 1) сжигание должно производиться скоро и равномерно; 2) сжигание д. б. полным и не оставлять обугленных остатков; 3) сжигание не должно сопровождаться образованием дурно пахнущих газов, паров и пр.; 4) пепел д. б. чистым и белым, не смешанным с какими-либо посторонними веществами и допускать удобное его собирание; 5) стоимость кремационной печи и самого сжигания д. б. возможно ниже. Изобретателем усовершенствованных кремационных печей является нем. инженер Фр. Сименс, сконструировавший в 1872 году регенеративную

Число подвергнутых кремации за время 1878—1922 г.

Период времени	Германия с 1878 г.	США с 1883 г.	Англия с 1885 г.	Франция с 1889 г.	Италия с 1876 г.	Швейцария с 1889 г.	Швеция с 1887 г.	Норвегия с 1907 г.	Дания с 1914 г.	Чехо-Словакия с 1918 г.
С 1878 по 1886 г. . . . .	386	225	13	—	780	—	—	—	—	—
» 1887 » 1892 » . . . . .	830	1 980	347	10 852	1 406	131	229	—	—	—
» 1893 » 1898 » . . . . .	1 895	6 692	1 304	25 216	1 394	357	350	—	—	—
» 1899 » 1904 » . . . . .	5 158	17 969	2 753	37 272	1 791	1 248	403	—	—	—
» 1905 » 1910 » . . . . .	21 712	29 684	4 544	59 972	—	4 635	506	178	—	—
» 1911 » 1916 » . . . . .	59 832	64 000	7 400	30 636	—	11 369	628	1 345	787	—
» 1917 » 1922 » . . . . .	108 113	84 090	11 068	28 200	—	12 762	1 058	3 106	3 051	4 012
Число крематориев на 1 января 1927 г. . . . .	76	87	16	7	37	19	3	3	3	8

печь, в которой труп сгорает в раскаленной струе горячего воздуха (воздушные печи). Все современные печи построены по принципу Сименса с той однако разницей, что в большинстве случаев регенераторный метод нагрева воздуха заменен рекуператорным (по системе Р. Шнейдера).

На фиг. 1 показан продольный разрез рекуперативной печи системы Шнейдера (Германия). Она имеет следующее устройство. Небольшой генератор *a*, в виде вертикальной шахты, выложен из огнеупор-



Фиг. 1.

ного (шамотного) кирпича; в нижней части генератора устроена чугунная колосниковая решетка 1, а в верхней—загрузочное отверстие 2. В толще стен генератора устроены каналы, в к-рых нагревается воздух, подаваемый под колосниковую решетку для газообразования кокса и в горловую часть генератора для сгорания генераторных газов. Камера *b* для сжигания ограничена с боков вертикальными стенками из фасонных шамотных камней, сверху—сводчатым перекрытием, снизу—решетчатым дном из поперечных и продольных фасонных шамотных колосников. Под колосниковым дном расположена камера догорания и скопления пепла *в*; через отверстия 3 в ее стенках продукты горения поступают в целый ряд отводящих каналов рекуператора *г*, направляясь через дымовой канал в дымовую трубу *д*. Между отводящими каналами рекуператора расположены смежные с ними каналы, в которые через регулируемое заслонкой отверстие 4 пропускается комнатный воздух, направляемый в камеру для сжигания. Продукты горения нагревают стенки каналов до светлого каления; воздух, протекающий по

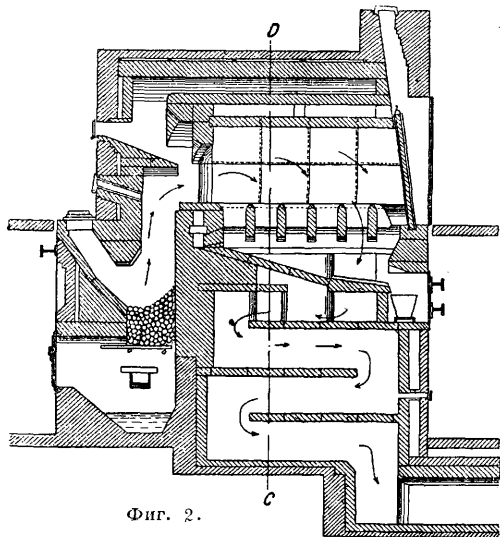
смежным каналам, в свою очередь нагревается этими стенками до 1000°. Разогрев печи начинается закиганием дров на чугунных колосниках 1; воздух для горения поступает через шлаковую дверцу 5. Через  $\frac{3}{4}$  ч., когда вся масса кокса раскалена, шлаковая дверца закрывается, а необходимый для газообразования подогретый воздух подается через отверстия 6, расположенные ниже колосниковых решеток, поступаая из устроенных в стенке генератора каналов. Образующиеся в генераторе из кокса газы—окись углерода, смешанная с водородом, азотом и незначительным количеством углекислоты,—поступают через горловину генератора в камеру сжигания. В ту же горловину подается горячий воздух, проходящий по каналам 7,

устроенным в стенках верхней части генератора. Генераторные газы, соединяясь с воздухом, сгорают в камере сжигания, отдавая стенкам последней значительную часть своего тепла. Отходящие газы через камеру догорания, рекуператор и боров поступают в дымовую трубу. Перед вводом трупа в камеру сжигания подача воздуха под колосниковую генераторную

решетку прекращается; каналы же в толще генератора, подающие воздух в камеру для сжигания, остаются открытыми; также открывается отверстие 4, подающее воздух в рекуператор. Нагретый рекуператорными стенками до  $t^{\circ}$  1000° воздух поступает в камеру сжигания, выпаривает влагу трупа, сжигает сгораемые его части и раскаляет остальные, превращая труп в отдельные кусочки костей, которые через щели шамотного решетчатого дна попадают на наклонную плоскость 8 камеры догорания и отсюда падают в металлич. сосуд 9 для пепла. Во время нахождения трупа в камере сжигания газообразование в генераторе прекращается, что влечет за собой перерывы между последовательными сожжениями.

В других печах непрерывность работы генератора достигается переключением направления хода газов. Способ такого переключения усматривается из продольного разреза (фиг. 2) кремационной печи немецкой системы Топф, установленной в 1-м Московском крематории. До ввода трупа в печь генератор работает, как и в сист. Шнейдера, и генераторные газы тем же порядком про-

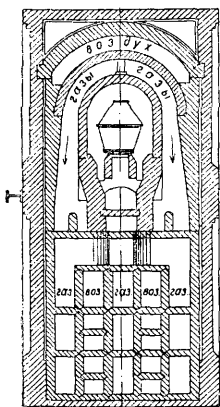
ходят через камеру сжигания, рекуператор и боров в дымовую трубу. Во время же нахождения трупа в камере доступ генераторных газов в камеру прекращается путем перестановки особой заслонки. Газы идут, минуя камеру сжигания, для чего в генераторной стенке и вокруг камеры устроены каналы, по которым и циркулируют газы;



Фиг. 2.

соединяясь с воздухом, подаваемым также особыми каналами, они сгорают и удаляются через рекуператор и боров в дымовую трубу. К окаймляющим камеру сжигания каналам для газов прилегают, как это видно из поперечного разреза печи (фиг. 3), каналы, подводящие чистый воздух из рекуператора в камеру сжигания.

Общие размеры печей, незначительно колеблясь в различных системах, в среднем таковы: длина—4,5 м, ширина—2,15 м и высота—4,25 м. В подавляющем большинстве печей топливом служит кокс. В отдельных случаях в качестве топлива применяют светильный газ (преимущественно во Франции), а также нефть и керосин (Америка). На предварительную растопку печи и сжигание первого трупа расходуется в среднем 300 кг кокса, а на сжигание каждого последующего трупа—около 50 кг. Растопка печи и сжигание



Фиг. 3.

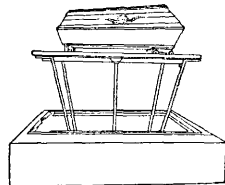
первого трупа длится около  $3\frac{1}{2}$  ч.; сжигание каждого из последующих трупов (нормальных свойств и консистенции)—1 ч. 20 м. Пепел в зависимости от строения костяка трупа весит от  $1\frac{1}{2}$  до 2 кг и состоит из отдельных хрупких кусочков костей белого цвета, губчато-пористого строения, легко рассыпающихся при нажиме пальцем в порошок. Для получения такого пепла  $t^\circ$  в камере сжигания д. б. не ниже  $900^\circ$  и не выше

$1200^\circ$ , т. к. при меньшей  $t^\circ$  полного сгорания костей может не получиться, а при более высокой  $t^\circ$  фосфорнокислая известь костей остекловывается.

Для правильной работы печи сила тяги д. б. не менее 10 мм вод. ст., в соответствии с чем высота дымовой трубы делается не менее 16 м, а диам. ее в среднем 0,7 м. В момент ввода гроба в печь от быстрого воспламенения деревянного гроба и одежды покойника в камере сжигания образуется много дыма. Во избежание его проникновения в печное помещение, в нек-рых К. устраивается искусственная побудительная тяга. Температура отходящих газов в борове достигает  $300^\circ$ . Тепло этих газов иногда используется в целях отопления здания, для чего газы по пути к дымовой трубе пропускаются через калорифер. Нагнетаемый вентилятором в калорифер свежий воздух распределяется по всему зданию, чем и осуществляются отопление и приточная вентиляция крематория.

После охлаждения собранного в металлическом сосуде пепла последний пересыпается в металлический урночку-капсюль. На крышке капсюля выштамповываются фамилия умершего, очередной номер сжигания и пр. Вместе с пеплом в капсюль пересыпается и шамотный номерок, к-рый сопровождает гроб во всех его передвижениях по крематорию, включительно до камеры сжигания.

Способы перемещения гроба. В большинстве крематориев печные помещения расположены ниже зала прощания. Опускание гроба из зала в печное отделение производится на платформе, опускаемой гидравлическим подъемником (фиг. 4). Так как внезапное опускание гроба производило бы тягостное впечатление на окружающих, то в современных крематориях на месте ввода устраивают катафалк, крышка к-рого снабжена четырьмя ножками; при опускании гроба платформа катафалка плавное опускается, и крышка его закрывает люк. Применяются и другие приспособления для закрытия люка. Для ввода гроба в печь в большинстве крематориев применяют передвижные тележки (фиг. 1). Поперек двух железных выносных вилок тележки укладывают деревянные рейки, а на них гроб. Перед вводом гроба в печь открывают декоративные двери печи и поднимают при помощи блока шамотную плиту, закрывающую входное отверстие камеры сжигания. Тележка вручную по направляющим рельсам передвигается к печи. Когда гроб введен в камеру сжигания, вилки движением рукоятки тележки опускаются, деревянные планки вместе с гробом ложатся на продольные колосники, а вилки обратным движением тележки выводятся из печи. Применяют и более механизированные способы ввода гроба в печь, напр. подвижные рельсы (Москва). Для перемещения гроба внутри крематория служат вышеописанные тележки. Перемещение гроба с подъемника катафалка на тележку или подвижные рельсы и обратно производится вручную.

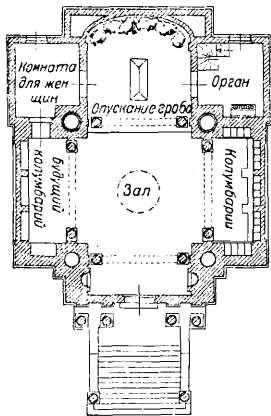


Фиг. 4.

Архитектурные формы крематориев. Строительство крематориев еще не выкристаллизовалось в определенные формы и стиль. Современная К. по своей технике настолько отлична от ее первоначальных форм, что соответствующие постройки античной эпохи не могут служить образцами современных крематориев. Как форма зданий крематориев, так и разбивка в них помещений весьма существенно зависят от целого ряда обстоятельств и прежде всего от пропускной способности крематория, а следовательно от количества кремационных печей. При наличии трех печей обыкновенно имеются налицо большой и малый залы для совершения ритуалов, залы ожидания, помещения для органа и хора, обширные морги, открытые и закрытые колумбарии и целый ряд подсобных сооружений. В крематориях с одной печью ограничиваются небольшим залом и самыми необходимыми служебными помещениями. С развитием крематорного строительства дымовые трубы стали вводить в конструкцию внутренних стен с таким расчетом, чтобы верхняя часть трубы как можно меньше выступала сверх перекрытия. Этот прием компоновки логически влечет за собою повышение центральной части постройки, где обычно размещен главный зал. На фиг. 5 показан план крематория в Майнце (Германия) с одной печью.

Обычною принадлежностью крематориев являются т. н. колумбарии, — места хранения художественных урн, содержащих капсюль с прахом. В некоторых крематориях под колумбарии отводятся специальные сооружения в виде зданий, галлерей и пр., в других же ограничиваются хранением урн в нишах ячейках, устраиваемых в стенах крематория. Урны употребляются различных форм (вазы, саркофаги) и из различных материалов: металлические, мраморные и пр. При крематориях имеются и кладбища, в большинстве случаев в виде парков-садов. На 1 м<sup>2</sup> кладбища разрешается закапывать до 15 капсюлей с прахом членов одной семьи.

За хранение урн в нише колумбарии взимается кроме стоимости кремации особая плата. Установленные за границей тарифы за К. очень различны; в частности в Германии средняя стоимость кремации составляет 50 марок, причем крематории приносят доход. Обслуживание подсобных нужд кремации, как то: изготовление гробов (которые должны быть безметаллических скреплений), бумажной одежды для покойников и пр., в Германии в значительной мере осуществляется похоронными кремационными обществами, основной задачей которых является пропаганда огнелюбного погребения.



Фиг. 5.

В Москве в сентябре 1927 г. организовано Общество развития и распространения идей К. в РСФСР («ОРРИК») с чисто идейными задачами. В круг деятельности этого общества входит: устройство лекций, докладов, совещаний, экскурсий, разработка вопросов К. и кремационного строительства, издание трудов по К. и пр. Крематорное строительство за границей еще не вылилось в законченные формы; в частности способы перемещения гроба далеки от полной механизации. В СССР постройка 1-го Московского крематория является лишь первым шагом. Поэтому предстоящие у нас задачи крематорного строительства велики. Основными необходимыми мероприятиями являются: 1) создание типовых проектов зданий крематориев различной пропускной способности, печей и механического оборудования, 2) изготовление всех печных частей на отечественных заводах, 3) правильное обслуживание подсобных нужд К., 4) пропаганда идей К.

Лит.: Бартель Г., Кремация, Москва, 1925; Вопросы кремации, «Коммунист. хоз.», М., 1927, 11—12; Работа Моск. крематория, «Коммунист. хоз.», Москва, 1929, 19—20; Клемпнер Л. И. и Некрасов С. С., Первый крематорий в Москве, там же, 1—2; Beutinger E., Handb. d. Feuerbestattung u. ihre gesch. Entwicklung von d. Urzeit bis zur Gegenwart, Leipzig, 1911; Fa y a n s F., Bestattungsanlagen, Handbuch d. Architektur, hrsg. v. J. Durm u. E. Schmidt, B. 4, H. 8, Stuttgart, 1907. Л. Клемпнер.

**КРЕМЕНЬ**, разновидность минерала халцедона, встречается в природе в виде кремнистых желваков, неправильной формы стигней, реже в виде плит в осадочных породах (главн. образом известняках и мергелях). Твердость К. почти равна твердости кварца (7). Излом раковистый, цвет желтый и черный. Раскалывается на остроугольные осколки, что делает его ценным для шлифования различных изделий. Применяется К. в промышленности довольно широко: в керамич. промышленности он употребляется в молотом виде для изготовления фаянса, эмали, глазури; особенно важным и пока незаменимым является употребление молотого кремня в виде кирпичей для футеровки шаровых мельниц и кремневой гальки для измельчения различных масс (цементной, фарфоровой и др.) в этих мельницах. Дробленый К. идет на изготовление искусственных жерновов.

К. добывается гл. обр. в Великобритании, Дании и Франции, но за последние годы добыча его в этих странах падает. Месторождения К. в СССР следующие: на Украине (около Могилева-Подольского), на Урале (ст. Мраморная), в Тверском округе добывается кремневая галька для шаровых мельниц, в Калужском окр. эксплуатируется месторождение кремнистой гальки вблизи с. Бычки на р. Неруче, на Среднем Урале — так наз. кварцевая галька, состоящая частью из К. и кремнистых сланцев. На Сев. Кавказе (вблизи Новороссийска и Туапсе) производится кустарная добыча гальки из песчаника. На Украине разведано месторождение черного кремня близ с. Малиновцы (Каменицкого окр.); запас исчислен до 36 000 т. В Могилевском окр. (Украина) известно месторождение К. на Вокзальной горе (г. Могилев-Подольский) и белого К. в долине реки Немпи близ с. Кричановка. На Днестре

близ с. Каменка (Молдавская АССР) разрабатывается кремнистая плита, из к-рой выделываются высокого качества жернова.

*Лит.:* Ассонов В. В., Месторождения шаровой кремневой гальки Калужской губ., «МС», 1927, 12; Вяржиковский Р. Р., Короткий попередний відбит про геолого розвідку працю на Могилівщині в літні 1927 року, Могилів-Под., 1927; Вяржиковский Р. Р., Полевые ископаемые Молдавской республики, «МС», 1928, 2; Назаревич С. П., К характеристике украинского керамического сырья, там же, 1927, 11. **Н. Федоровский.**

#### КРЕМНЕЗЕМ, см. Кварц.

**КРЕМНИЙ**, Si, химич. элемент IV группы периодической системы, аналог углерода, ат. вес 28,06, ат. номер 14, валентность 4. Число изотопов 3, с ат. в. 28, 29 и 30.

**Физические свойства.** Аморфный К. — коричневатый, нерастворимый в воде порошок, очень гигроскопичный и отдающий адсорбированную воду лишь при  $t^\circ$  красного каления. При растворении в расплавленном Al К. переходит в кристаллическую модификацию. Кристаллический кремний — темные, с металлич. блеском, непрозрачные октаэдры и листочки, похожие на графит. Сжимаемость К.  $0,31 \cdot 10^{-6}$  см<sup>3</sup>/кг. Кристаллический кремний проводит ток, как графит. Твердость К. по Ридбергу 7. Уд. магнитная восприимчивость К.  $\chi$  при  $16^\circ = 0,01 \cdot 10^{-6}$ . Удельный вес: кристаллическ. К. 2,34—2,49, графитоподобного 2,00 и аморфного К. 2,35;  $t^\circ_{пл.}$  (98,12% Si, 0,4% Fe, 0,4% Al)  $1404^\circ$ . Коэффициент линейн. расширения  $\beta$  при  $40^\circ$  0,0000763. Уд. теплоемкость при  $24^\circ$  0,1712 (кристаллическ. К.), при  $27^\circ$  0,1796 (аморфного). Спектр кремния имеет большое число линий, важнейшие из которых лежат в ультрафиолетовой части спектра.

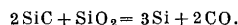
**Химические свойства.** Кремний дает соединения типа SiO<sub>2</sub> и SiX<sub>4</sub>, где X — одновалентный элемент. Нормальный окисел К. SiO<sub>2</sub> имеет амфотерный характер с преобладанием кислотных свойств. К. образует многочисленные комплексные соединения, в к-рых максимальное координационное число его равно 6; таковы напр. производные кремнефтористоводородной кислоты, H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>. Химич. активность К. очень велика. Аморфный К. относительно трудно сгорает в воздухе, но легко в кислороде. При  $t^\circ$  ярко-красного каления горение сопровождается пламенем. Жидкий фтор на К. не действует; с газообразным фтором К. соединяется при обыкновенной  $t^\circ$ , с Cl<sub>2</sub> — при  $450^\circ$ , с Br<sub>2</sub> — при  $500^\circ$ , с J<sub>2</sub> — при более высокой  $t^\circ$  и без вспышки. При избытке галоида получаются соединения типа SiX<sub>4</sub>; в других условиях возможны и иные соединения (см. ниже). С серой кремний соединяется при  $600^\circ$ , образуя белый кристаллич. сульфид SiS<sub>2</sub>; с N<sub>2</sub> при  $1000^\circ$  получается нитрид SiN; P и As на К. не действуют. С углеродом К. дает в электрич. печи SiC — карбид К. (см. Карборунд); в этих же условиях Si соединяется с В и Ti. С H<sub>2</sub> при высокой  $t^\circ$  образуются частично гидриды — силан, SiH<sub>4</sub>, и др. HF легко реагирует с Si и в газообразном и в жидком состоянии (но не в растворах); HCl, HBr и HJ действуют при начинающемся красном калении; H<sub>2</sub>S не действует и при  $400$ — $500^\circ$ ; H<sub>2</sub>O разлагается кремнием при слабокрасном калении, выделяя H<sub>2</sub> и образуя SiO<sub>2</sub>. SiO<sub>2</sub> не восстанавливается и при  $t^\circ$   $1000^\circ$ .

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> при красном калении энергично восстанавливается до фосфора. As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> реагируют аналогично. N<sub>2</sub>O и NO медленно реагируют при  $800^\circ$ , с образованием нитрида и окиси К. CO<sub>2</sub> восстанавливается при  $800$ — $1000^\circ$  до CO; CO не реагирует и при  $1100^\circ$ . B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> кремнием не восстанавливается. В металлах кремний легко растворяется (исключение представляют щелочные металлы, кроме Li), образуя силициды. Водные растворы к-т, а также и концентрированная плавиковая кислота при  $100^\circ$  не действуют (за исключением смеси дымящей азотной и плавиковой к-т). При сплавлении К. с твердым NaOH образуются Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>; реакция сопровождается пламенем. Водный раствор NaOH также реагирует с К. с выделением H<sub>2</sub> и образованием силиката.

Кристаллич. К. по сравнению с аморфным обладает большей химич. инертностью. Из металлов щелочные (кроме Li) не дают с К. соединений; щелочноземельные, а также Mg, Be, Mn, Cu, Fe, Ni, Co, Pt, Cr, Mo, W, V, Sb, Bi, Ce дают силициды; Zn, Al, Sn, Pb, Cd, Au, Ag, Hg не образуют с кремнием определенных соединений, но растворяют большие количества его при высоких  $t^\circ$  и выделяют обратно при охлаждении. Особенно характерна растворимость К. в Pb, Zn и Ag.

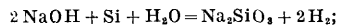
Кремний принадлежит к числу наиболее распространенных в природе элементов (2-е место после кислорода); в соединении с кислородом он образует кремневый ангидрид, кремнезем, SiO<sub>2</sub>, входящий в состав большинства минералов земной коры; карбид К. был найден Муассаном в метеоритах.

**Получение К.** Для получения аморфного К. обычно восстанавливают SiO<sub>2</sub> (мелький кварцевый песок) магнием, цинком или алюминием либо действуют на галлоидные соединения К. щелочными металлами. Растворяя избыточный металл (Mg, Zn и Al) и его окись в соляной кислоте или обрабатывая продукт реакции (с Na, K) водой, получают К. в виде нерастворимого коричневого порошка. Более чистый аморфный К. получается при замене песка осажденным кремневым ангидридом. Для получения кристаллич. К. сплавляют фторосиликат щелочного металла (Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> или K<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>) с алюминием или цинком; охлажденный плав обрабатывают соляной и плавиковой кислотами и получают хорошо образованные октаэдры К. В технике для получения кремния подвсеревают SiO<sub>2</sub> в смеси с углем нагреванию в графитовом тигле в электрич. печи. По методу завода Carborundum Gesellschaft Niagara falls К. получают, нагревая в электрич. печи слой измельченного кварцевого песка, покрытый слоем смеси из 3 ч. карборунда и 4 ч. песка:



Получаемый продукт содержит ок. 97% Si (остальное Fe и Al).

К. применяется в технике для приготовления сплавов (см. Стр. ТЭ, т. II) и для получения водорода действием слабых растворов щелочей по ур-ию:



1 кг К. дает теоретически 1584 л газообразного водорода.

**Б. Ормонт.**

*Лит.:* см. Кремния соединения и Сплавы.

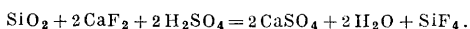
**КРЕМНИЯ СОЕДИНЕНИЯ.** Кремний, будучи четырехвалентным элементом, образует соединения того же типа, что и углерод; многие К. с. вполне аналогичны хорошо известным органическим соединениям, но изучены гораздо менее последних.

Гидриды кремния (силаны)—водородистые соединения, из которых изучены только два первых члена гомологического ряда. Силанометан,  $\text{SiH}_4$ , образуется (вместе с силикоэтаном) при растворении силицида магния,  $\text{Mg}_2\text{Si}$ , в конц. соляной к-те; более чистый  $\text{SiH}_4$  получается нагреванием этилового эфира силикомуравьиной кислоты с металлическим Na:

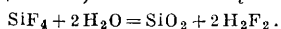


$\text{SiH}_4$ —бесцветный газ с  $t^\circ_{\text{кип.}} = -116^\circ$  (740 мм.); не вполне очищенный, воспламеняется на воздухе; при  $400^\circ$  полностью разлагается; с галоидами дает  $\text{SiX}_4$  (X—галоид); стоек к кислотам, но со щелочами легко реагирует, образуя силикат. При действии электрич. разрядов  $\text{SiH}_4$  переходит в твердый желтый силан, который нерастворим в эфире и спирте и воспламеняется от удара. Силанокэтан,  $\text{Si}_2\text{H}_6$ —бесцветная жидкость; при  $250^\circ$  разлагается; восстанавливает  $\text{HgCl}_2$  и  $\text{AuCl}_3$  в водных растворах, но не реагирует с  $\text{HNO}_3$ ; с  $\text{CCl}_4$  и  $\text{SF}_6$  реагирует со взрывом.

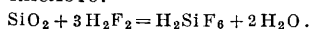
Галоидные К. с. Si образует с галоидами соединения типов  $\text{SiX}_4$  и  $\text{SiX}_6$ ; для хлора известно также соединения состава  $\text{Si}_2\text{Cl}_8$ . Фтористый кремний,  $\text{SiF}_4$ , образуется при сжигании Si в атмосфере фтора, а также при нагревании песка или стекла с  $\text{CaF}_2$  и концентрированной серной кислотой:



С избытком фтористого водорода  $\text{SiF}_4$  образует кремнефтористоводородную кислоту,  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ;  $\text{SiF}_4$ —бесцветный, резко пахнущий газ, дымящий во влажном воздухе;  $t^\circ_{\text{кип.}}$  равна  $-65^\circ$ ; при действии воды дает кремнезем (в виде геля) и плавиковую к-ту:



Кремнефтористоводородная кислота,  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ , или  $[\text{SiF}_6]\text{H}_2$ , не разлагается водой даже в разбавленных растворах; она м. б. получена растворением  $\text{SiO}_2$  в плавиковой кислоте:

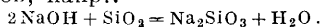


Удельн. в. водных растворов  $\text{H}_2\text{SiF}_6 > 1$ ; при охлаждении их выделяются гидраты кремнефтористоводородной кислоты, из которых известен дигидрат (с  $2\text{H}_2\text{O}$ ), плавящийся и разлагающийся при  $+19^\circ$ ; и гидрат с  $4\text{H}_2\text{O}$ , устойчивый лишь при  $t^\circ$  около  $0^\circ$ . С окисями металлов  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  образует многочисленные соли—фторосиликаты, которые хорошо кристаллизуются и большей частью легко растворимы в воде (за исключением солей Na, K, Rb, Cs, Ba и Al); при прокаливании они разлагаются, выделяя  $\text{SiF}_4$ ; соли тяжелых металлов легко гидролизуются; при обработке NaOH или содой фторосиликаты разлагаются, выделяя кремневую кислоту и образуя силикаты. Четыреххлористый кремний,  $\text{SiCl}_4$ , получается в технике действием хлора на смесь  $\text{SiO}_2$  и угля, либо хлорированием ферросилиция или карбо-

рунда.  $\text{SiCl}_4$ —бесцветная жидкость, дымящая на воздухе, с  $t^\circ_{\text{кип.}} 56,9^\circ$  и  $t^\circ_{\text{м.п.}} -69^\circ$  и удельн. в. 1,5; очень легко гидролизуются; находит применение в военном деле—для получения маскирующих дымовых завес; иногда применяется также для получения силикагеля и в качестве водоотнимающего средства.

Сульфид кремния,  $\text{SiS}_2$ , получается сплавлением Si с серой при темп-ре красного каления; блестящие иглы, легко сублимирующиеся в токе инертного газа; на воздухе сгорает в  $\text{SiO}_2$  и  $\text{SO}_2$ , водой разлагается. Известно также соединение  $\text{SiS}$ . Нитриды кремния,  $\text{Si}_2\text{N}_3$  и  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , довольно стойкие соединения, получаемые из элементов при  $t^\circ 1300^\circ$ . Карбид кремния,  $\text{SiC}$ : а) аморфный, иногда называемый силундом, получается при нагревании в графитовом тигле 1 ч. кристаллического Si и 2 ч.  $\text{SiO}_2$  (Шютценберже); представляет собою порошок зеленого цвета, который может быть отмыт от  $\text{SiO}_2$  плавиковой к-той; б) кристаллический—получается из элементов, сплавляемых при высокой  $t^\circ$  в электрич. печи (см. Карборунд).

Окислы кремния. Кремнезем, двуокись кремния, или кремневый ангидрид,  $\text{SiO}_2$ , является главной составной частью земной коры (литосферы), в к-рой его содержание достигает 59,8%. Здесь он встречается как в чистом виде, будучи представлен различными минералами из группы кварца (см.), так и в составе всевозможных природных силикатов (см.). Существует два аллотропическ. состояния кремнезема: кристаллический, с уд. весом 2,65, и аморфный—стекловидный или тонкопорошковатый, с уд. в. 2,2; последний получается путем прокаливании гидратов К. Аморфный  $\text{SiO}_2$  нерастворим в к-тах, но растворяется в щелочах и щелочных карбонатах с образованием силикатов, напр.:



Прокаливание  $\text{SiO}_2$  при высокой  $t^\circ$  значительно уменьшает способность его растворяться в щелочах. При  $t^\circ$  около  $1780^\circ$   $\text{SiO}_2$  становится жидким, пройдя предварительно через стадию постепенного размягчения.  $\text{SiO}_2$  принадлежит к числу минеральных тел, дающих наиболее типичные коллоидные состояния золя и геля. В этой форме  $\text{SiO}_2$  образует с водой соединения, являющиеся различн. степенями гидратации кремнезема:  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  (метакремневая к-та),  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  (ортокремневая к-та) и ряд так назыв. поликремневых к-т с общей ф-лой  $(\text{SiO}_2)_m(\text{H}_2\text{O})_n$ . Кремневая кислота,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , и другие гидратные ее формы принадлежат к числу наиболее слабых к-т; с основаниями они могут давать соли весьма разнообразного состава. Для природных силикатов земной коры установлены два максимума в отношении содержания  $\text{SiO}_2$ : большинство минералов и горных пород содержит около 52 или 72%  $\text{SiO}_2$ . Гель кремнекислоты в высушенном виде обладает большой адсорбирующей способностью и применяется в технике как поглотитель для газов и паров (см. Силикагель). Из солей (силикатов) наиболее известны соли метакремневой кислоты. Технич. значение имеет кремнекислый нат-

рий,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , — растворимое стекло (в растворах называется также жидким стеклом), получаемое действием  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  или  $\text{NaOH}$  на  $\text{SiO}_2$ . Все растворимые соли  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  легко гидролизуются (растворы показывают щелочную реакцию) и разлагаются не только сильными кислотами, но и угольной кислотой. Силикаты щелочноземельных и тяжелых металлов почти все нерастворимы и, будучи сплавленными в различных комбинациях, образуют стекло (см. *Силикаты, Стекло*). Кроме  $\text{SiO}_2$  допускают также существование окиси кремния,  $\text{SiO}$ . Продукт такого состава получается восстановлением  $\text{SiO}_2$  в электрической печи (в определенных условиях) и под названием «монокс» (Монокс) употребляется в масляных красках и как абразивный материал. В чистом виде однако  $\text{SiO}$  не получена, и возможно, что «монокс» представляет собою смесь  $\text{SiO}_2 + \text{Si}$ . *Лит.*: Ullm. Enz., V. 10, 1922; Handb. d. anorg. Chemie, hrsg. v. K. Abegg, V. 3, Abt. 2, Lpz., 1909; «В», V. 62, 1929. **Б. Ормонт.**

**КРЕМОНА-МАКСВЕЛЛА ДИАГРАММА**, см. *Графическое определение усилий*.

**КРЕН**, наклонение судна около продольной оси, проходящей через центр тяжести площади грузовой ватерлинии. К. измеряется в градусах *креномером* (см.). Судно накренивается на один из бортов на угол  $\varphi$  при перемещении имеющегося на нем груза весом  $p$  (в  $m$ ) в поперечн. направлении параллельно грузовой ватерлинии на  $l$  м; угол  $\varphi$  находят из ф-лы (см. *Остойчивость судов*):

$$\text{tg } \varphi = \frac{p \cdot l}{D(e-a)},$$

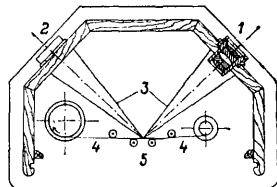
где  $e$  — поперечный метацентрич. радиус,  $D$  — тоннаж судна в  $m$ ,  $a$  — возвышение ц. т. судна над центром величины, т. е. над ц. т. погруженного объема. Для расчета небольших углов крена пользуются заранее вычисленной величиной момента, изменяющегося крен на  $1^\circ$ . Судно кренится также при повороте, качке, бортовом залпе, на ходу под парусами; наибольшей величины крен достигает при аварии и затоплении отсеков. Значительный К. ухудшает мореходные качества судна и вызывает опасность опрокидывания. Большой постоянный крен выравнивается затоплением специальных отсеков (противокренных) или целых отделений судна.

*Лит.*: см. *Дифферент*.

**КРЕНОМЕР**, прибор для определения угла наклона судна около продольной оси (см. *Крен*). Статические приборы (отвес, уровень, визир, квадрант) при качке непригодны, так как дают в этом случае неверные показания и не позволяют поверить отчет. Простейший К. — короткий маятник, заключенный в застекленную металлическую коробку со шкалой, показывающей углы крена в градусах. Динамич. К. — фотовизирные, маятниковые, жироскопические. Простейший креномер без записи — уровень со специальным устройством для замедления движений пузырька воздуха [1]. *Линио диаграф* Хьюса [2] фотоаппарат (см. фиг.) с двумя объективами 1 и 2, оси которых (под углом  $90^\circ$ ) устанавливаются перпендикулярно и параллельно борту; камера снабжена переборками 3; пленка 4, передвигаемая часовым механизмом, закрыта пла-

стинкой с узким вертикальным прорезом 5. Фотографируя видимый горизонт, получают полосы с пограничной (море — небо) чертой, к-рые, сливаясь, дают кривую амплитуды размахов; для измерения на пленке наносится масштаб длины и времени; угол крена  $\varphi$  будет:  $\text{tg } \varphi = a : f$ ,

где  $a$  — амплитуда на пленке,  $f$  — фокусное расстояние. Прибор регистрирует одновременно бортовую и килевую качку; его недостатки — громоздкость, кратковременность наблюдений, зависимость от погоды. Прибор Бертена имеет два маятника: 1) тяжелый обод, насаженный эксцентрично на ось, с большим периодом и 2) сплюснутый конус с малым периодом и воздушным демпфером. Отличие периодов маятников от периодов корабля и волн позволяет при помощи отметчиков наносить на бумагу отклонения от вертикали (первым) и нормали к волне (вторым) [3]. Прибор Коментра имеет только маятник второго типа [4], прибор В. Фрауда — только первого [5]. Недостаток этих приборов — склонность к резонансу, к-рый однако легко исключается из диаграммы.



**Жироскопич. приборы** наиболее удобны, имеют тяжелый жироскоп, подвешенный горизонтально на кардане с самопишущим устройством. Прибор Фрама [6] пригоден для продолжительных наблюдений; прибор Петравик и К<sup>0</sup> (Вена) действует недолго, но отмечает килевую и бортовую качку. Активный жироскоп Сперри [7] сходен с предыдущими. Влияние резонанса невелико.

*Лит.*: 1) Schiffbau-Kalender, Berlin, 1925, p. 589; 2) «Jahrbuch d. Schiffbautechnischen Gesellschaft», Berlin, 1910, p. 707; 3) Крылов А. Н., Теория кренометра, Записки по теории корабля, стр. 178, СПб, 1909; 4) Commentz, Krängungs-Messer, «Werft, Reederei, Hafen», B., 1924, 22 Okt., p. 520; 5) Froude W., Description of an Instrument for Automatically Recording the Rolling of Ships, «Trans. of the Inst. of Naval Archit.», L., 1873; «Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellschaft», B., 1911, p. 341; 6) Johnson, Hilfsbuch für d. Schiffbau, 5 Aufl., B., 1928, p. 433; 7) «Transactions of the Society of Naval Engineers», New York, 1915.

**КРЕОЗОТ**, продукт перегонки тяжелого масла, получаемого из смолы букового дерева (см. *Дерево*, сухая перегонка). По составу креозот представляет собою смесь свободных фенолов и метиловых эфиров двуатомных фенолов, кипящую в пределах  $200-220^\circ$ . Креозот — бесцветная или слабожелтая, сильно преломляющая свет жидкость, жгучего вкуса, с характерным пригорелым острым запахом, при  $20^\circ$  сиропообразная, но не застывающая; уд. в.  $D_{15} \geq 1,075$ . При растворении в  $120-150$  частях воды при  $15^\circ$  К. дает мутный раствор, в кипящей воде — прозрачный; со спиртом, эфиром, бензолом, нефтяным бензином, сероуглеродом и уксусной кислотой смешивается в любых отношениях. В алкогольном растворе 1:4 с хлорным железом К. сначала дает муть, затем голубое окрашивание, быстро переходящее в серо-зеленое и далее в грязно-коричневое, с выделением такого же цвета хлопьев (реакция на гваякол). Бромная во-

**Р. Тишбейн.**



да с водным раствором К. выделяет красно-бурый осадок. К. растворим в слабых растворах щелочей. На воздухе он горит сильно коптящим пламенем. К. обладает высокими противогнилостными и противобродильными свойствами (дым, получающийся при горении дерева, своей консервирующей способностью обязан присутствию К.); он свертывает белки и раздражающе действует на кожу и слизистые оболочки. В состав К. входят: гваякол,  $C_6H_4(NO)(CH_3O)^2$  (50—60%), крезол,  $C_6H_3(CH_3)(CH_3O)^3(NO)^4$ , *n*-крезол,  $C_6H_4(CH_3)(NO)^4$ , флорол,  $C_6H_4(C_2H_5)(NO)^2$ , ксиленолы,  $C_6H_3(CH_3)_2(NO)$ , и пирогаллолдиметилвый эфир,  $C_6H_3(CH_3O)_2^{1,2}(NO)^3$ ; далее—метилпирогаллолдиметилвый эфир,  $C_6H_2(CH_3)(CH_3O)_2(NO)$ , и пропилопирогаллолдиметилвый эфир,  $C_6H_2(C_3H_7)(CH_3O)_2(NO)$ .

Для получения К. смолу букового дерева, содержащую его до 5%, подвергают перегонке и фракцион, кипящую при 150—250°, с уд. весом > 1 (т. н. т. тяжелое масло) обрабатывают едким натром для извлечения фенолов и к-т. Осветленный раствор разлагают серной кислотой, снова обрабатывают едким натром с последующим разложением серной кислотой, повторяя эту операцию до тех пор, пока не получат продукта, нацело растворяющегося в едком натре и дающего совершенно прозрачный раствор. По разложении прозрачного щелочного раствора серной кислотой всплывший на поверхность маслянистый слой сырого К. отделяют, промывают слабым раствором едкого натра, осторожно перегоняют и отбирают фракцию, кипящую при 200—220°.

В настоящее время предложено много других методов выделения К. из сырого тяжелого масла. Для удаления к-т и выделения фенолов применяется например обработка магnezией, или же сырое масло—непосредственно или после разделения на фракции, кипящие при различных  $t^\circ$ ,—обрабатывают конц. соляной к-той под давлением. Чтобы получить совершенно чистый К., имеющий удельн. вес  $D_{15} = 1,08$  и растворяющийся без остатка в слабых щелочах, приходится многократно обрабатывать сырой К. слабыми растворами едкого натра, продувать щелочной раствор паром (для освобождения от суспендированных маслянистых частичек) и по выделении К. к-той многократно перегонять его в медном кубе с термометром, причем первые перегонки обычно ведут с применением медного холодильника, последняя же дистилляция производится с серебряным холодильником. Трудность получения креозота в чистом виде зависит от присутствия в нем, помимо фенолов и их производных, некоторых веществ (главным образом углеводов), не реагирующих со щелочами, но в присутствии фенолов растворяющихся в них, чем и обусловлена необходимость повторных обработок щелочами и кислотой.

К. применяется в медицине и санитарии как дезинфекционное средство. Он является также исходным веществом для получения ряда патентованных лечебных средств; сюда относятся продукты конденсации креозота с к-тами: фосфорной, валериановой, масляной, камфорной и дубильной; помимо того применяются также соединения креозота с

уксуснокислой ртутью и продукты уплотнения его с формальдегидом.

В технике гораздо большее значение, чем древесный К., имеет К., получаемый из каменноугольного дегтя,—так наз. креозотовое масло. Среди жидких продуктов перегонки каменноугольного дегтя креозотовое масло относится к наиболее высококипящим фракциям (при  $t^\circ$  от 150 до 400°). Обычно при получении креозотового масла отбирают фракции, к-рые кипят в пределах 220—300°, причем допускается не более 10% продуктов, кипящих ниже 235°. Креозотовое масло имеет уд. вес  $D_{15} = 1,03 \div 1,10$ ; содержит нафталина не более 5% (немецкие сорта) или 10% (русские) и от 8 до 10% высших фенолов и нафтолов, растворяющихся в едком натре. Высшие фенолы, вплоть до тетра- и пентаметилфенолов, являются наиболее ценной составной частью креозотового масла; кроме того в нем присутствуют азотистые основания ряда пиридина и хинолина, а также и гетероциклические азотистые продукты, как карбазол и инден.

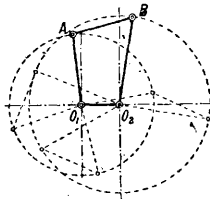
Креозотовое масло в технике считается лучшим из антисептических средств, в особенности для предохранения дерева от гниения. Пропитанные им сосновые шпалы выдерживают от 20 до 30 лет службы, тогда как без такой обработки они приходят в негодность через 7 лет; пропитанные им телеграфные столбы держатся до 50 лет. В настоящее время годовое потребление креозотового масла превысило 3 500 т. На бензольных заводах креозотовым маслом пользуются в качестве «поглотительного масла» для орошения скрубберов и улавливания легких углеводов; его применяют также для извлечения уксусной кислоты из жидких продуктов сухой перегонки дерева. Употребляемые для этих целей дистилляты подвергаются более тщательн. очистке, чем шпалопрпиточное креозотовое масло: они д. б. освобождены от нафталина, антрацена и других твердых составных частей и должны оставаться жидкими при низких  $t^\circ$ . При сухой перегонке дерева креозотовое масло применяют в качестве катализатора, предварительно обрабатывая им древесную стружку, что ведет к увеличению выходов метилового спирта; особенно сильное катализирующее действие достигается при ведении сухой перегонки под давлением. Наконец креозотовое масло находит применение в качестве топлива для котельных и для двигателей внутреннего сгорания; как жидкое горючее оно уступает мазуту, обладая меньшей теплотворной способностью.

Лит.: Пантелеев В. П., Сухая перегонка дерева, М., 1920; Козловский Ч., Сухая перегонка дерева, М., 1906; Фоксин Л. Ф., Обзор химическ. промышленности в России. Каменноугольная смола, ч. 2, вып. 1, П., 1922; Bugge G., Industrie d. Holzdestillationsprodukte, Technische Fortschrittsberichte, hrsg. v. B. Rassow, B. 15, Dresden—Leipzig, 1927; Ullm. Enz., B. 7; Meyer's Lexikon, 7 Auflage, B. 7, Lpz., 1927; Chemische Technologie d. Neuzeit, herausgegeben v. O. Dammer, B. 5, Stuttgart, 1925; Hager's Handbuch d. Pharmazeutischen Praxis, B. 2, Berlin, 1929. **В. Карасев.**

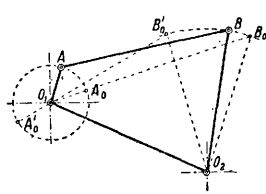
**КРИВОШИП**, часть *кривошипного механизма* (см.), являющегося в свою очередь частным случаем четырехзвенного шарнирного механизма. Практическое выполнение кривошипа—см. *Коленчатые валы*.

**КРИВОШИПНЫЙ МЕХАНИЗМ**, частный случай четырехзвенного шарнирного механизма, или шарнирного четырехугольника.

Четырехзвенный шарнирный механизм представляет собой шарнирный четырехугольник  $O_1ABO_2$  (фиг. 1). Неподвижным может быть любое из четырех его звеньев, причем в зависимости от соотношений длин звеньев могут представиться следующие частные случаи: 1) два звена

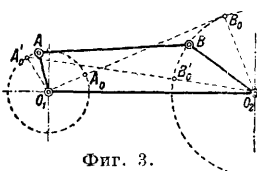


Фиг. 1.



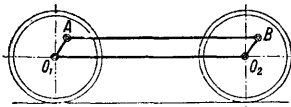
Фиг. 2.

могут описывать полные окружности—двукривошипный механизм (фиг. 1); 2) только одно звено может описывать полную окружность, а третье (коромысло) описывает лишь дугу окружности—кривошипно-коромысловый механизм (фиг. 2); 3) ни одно звено не описывает полной окружности—двукоромысловый механизм (фиг. 3). Если обозначить длину самого короткого звена через  $r$ , средних по длине— $R$  и  $l$  и самого длинного буквой  $L$ , то, согласно теореме Грасгофа, если  $r+L < R+l$ , т. е. если сумма длин самого короткого и самого длинного звеньев

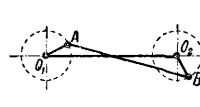


Фиг. 3.

меньше, нежели сумма длин двух средних звеньев, то механизм двукривошипный, когда неподвижно самое короткое звено, и кривошипно-коромысловый, когда неподвижно звено, смежное с самым коротким. Если  $r+L > R+l$ , то механизм двукоромысловый. Если  $r=R$  и  $L=l$ , причем равные звенья не смежны, то шарнирный четырехугольник превращается в шарнирный параллелограмм, часто применяющийся (в паровозах) для передачи вращения параллельным валам (фиг. 4). Если кривошпины все время параллельны друг другу (спарный механизм), то передаточное число равно 1; шатун  $AB$  тогда часто называют спарником. Если равные кривошпины  $O_1A$  и  $O_2B$  не параллельны друг другу, то вращение их происходит в обратные стороны, и механизм называется шарнирным антипараллелограммом, или антипараллельными кривошпилами (фиг. 5); передача движения в



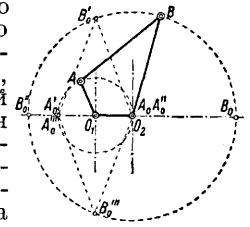
Фиг. 4.



Фиг. 5.

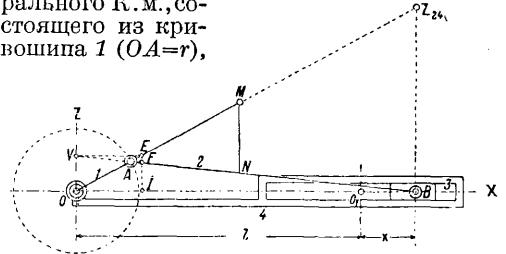
этом механизме происходит с переменным отношением скоростей, изменяющимся по такому же закону, как в тощдественных эллиптич. зубчатых колесах, оси вращения которых совпадают с фокусами начальных

эллипсов. Если же равные по длине звенья смежны, то получаем механизм шарнирного равнобочника (фиг. 6); если в нем неподвижно одно из коротких звеньев, то короткий кривошип может делать два оборота, в то время как длинный кривошип делает один оборот; если неподвижно длинное звено, то короткий кривошип также может описать два оборота, в то время как коромысло сделает одно полное качание. Крайние положения  $B'_0$  и  $B_0$  шарнира  $B$  коромысла называются его мертвыми точками; для нахождения мертвых точек засекаем (фиг. 2 и 3) из  $O_1$  радиусами  $O_1A+AB$  и  $AB-O_1A$ , а из  $O_2$  радиусами  $O_2B+AB$  и  $AB-O_2B$  дуги до пересечения с соответственными траекториями. Отсутствие точек пересечения показывает, что данное звено не имеет мертвых точек; на фиг. 2 и 3 мертвые точки обозначены соответственными буквами с индексом 0.



Фиг. 6.

В частном случае, когда центр  $O_2$  кривошипно-коромыслового механизма (фиг. 2) удален в бесконечность, точка  $B$  получает прямолинейное поступательное движение; заменив коромысло  $O_2B$  кинематически эквивалентной парой скольжения, получим К. м. На фиг. 7 представлена схема центрального К. м., состоящего из кривошпила 1 ( $OA=r$ ),



Фиг. 7.

шатуну 2 ( $AB=l$ ), ползуна 3 и стойки или неподвижного звена 4. Механизм назван центральным, так как прямая линия  $BX$ , по которой движется геометрическая ось шарнира  $B$ , своим продолжением проходит через точку  $O$ . В противоположном случае будем иметь нецентральный К. м. В машиностроении применяются также многие преобразования этого механизма, составляющего главную часть поршневых двигателей и насосов. Если например увеличивать радиус цапфы  $A$  или уменьшать радиус кривошпила  $OA$  настолько, что радиус цапфы станет больше суммы радиусов кривошпила и шейки коренного вала  $O$ , то получим механизм эксцентрика. Если вместо  $OX$  стойкой сделать звено  $AB$ , то получится механизм старой паровой машины с качающимся цилиндром. Если сделать неподвижным звено  $OA$ , то получится механизм воздухоплавательного двигателя «Гном» с вращающимися цилиндрами и т. п.

Кинематич. исследование механизма фиг. 7 м. б. выполнено аналитически и графически. Если обозначить отношение длин кривошпила и шатуна через  $\lambda = r:l$  и искать расстояние



ханике предпочтительной, так как она устанавливает равноправность координат  $x$  и  $y$ . В некоторых случаях вместо уравнения К. в декартовых координатах выгоднее бывает рассматривать ее уравнение в криволинейных координатах, чаще всего в полярной системе (см. *Координаты*). Здесь ур-е К. дается в виде связи между радиусом-вектором  $\rho$  и полярным углом  $\omega$ :  $\rho = f(\omega)$  или  $\Phi(\rho, \omega) = 0$ . Но классификация кривых проводится по их ур-ям в декартовых координатах. Если левая часть ур-ия  $F(x, y) = 0$  есть целая рациональная  $F$ -ия  $x$  и  $y$  или м. б. приведена к такому виду, то соответствующая кривая называется алгебраической и порядком кривой называется степень этой целой рациональной функции. Если же функция  $F(x, y)$  содержит в себе знаки трансцендентных операций, то кривая  $F(x, y) = 0$  называется трансцендентной.

Первый вопрос при изучении кривых—вопрос об установлении ее формы. При этом большую пользу приносит знание расположения ее замечательных точек и положение асимптот. К замечательным точкам относятся точки перегиба, точки прекращения, точки с вертикальными и горизонтальными касательными и особые точки. Главнейший вид особых точек К.—кратные точки, в которых К. пересекает сама себя. Простейший пример кратной точки—двойная точка. Координаты двойной точки определяются как общие решения трех ур-ий:

$$F(x, y) = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial y} = 0. \quad (1)$$

Если эти три ур-ия имеют общее решение  $x', y'$ , то точка с координатами  $x', y'$  будет особой точкой; две касательные в двойной точке определяются из ур-ия:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x^2}\right)_{x=x', y=y'}(\xi-x')^2 + 2\left(\frac{\partial^2 F}{\partial x\partial y}\right)_{x=x', y=y'}(\xi-x')(\eta-y') + \\ + \left(\frac{\partial^2 F}{\partial y^2}\right)_{x=x', y=y'}(\eta-y')^2 = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

В зависимости от знака двучлена

$$\Delta = \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x\partial y}\right)^2 - \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial y^2}$$

эти касательные действительны и различны при  $\Delta > 0$  (фиг. 1), мнимы при  $\Delta < 0$  (фиг. 2) или действительны и совпадают при  $\Delta = 0$  (фиг. 3). В первом случае особая точка есть узел, во втором—изолированная точка и в третьем—точка возврата. Если в точке  $(x', y')$  обращаются в нуль все частные производные от  $F$  до порядка  $k-1$  включительно, то имеем  $k$ -кратную точку. В этой точке пересекаются  $k$  ветвей К., и касательные к ним даются ур-ием:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial^k F}{\partial x^k}\right)_{x', y'}(\xi-x')^k + \\ + {}_1^k \left(\frac{\partial^k F}{\partial x^{k-1}\partial y}\right)_{x', y'}(\xi-x')^{k-1}(\eta-y') + \dots + \\ + \left(\frac{\partial^k F}{\partial y^k}\right)_{x', y'}(\eta-y')^k = 0. \end{aligned}$$

Точки перегиба находят из ур-ия  $y'' = f''(x) = 0$ , если уравнение К. имеет вид:  $y = f(x)$ . Для К., заданной ур-ием  $F(x, y) = 0$ , точки пе-

региба определяются совместным решением следующих двух уравнений:

$$F(x, y) = 0, \quad \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial x\partial y}\right)\frac{\partial F}{\partial y} - \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x\partial y} + \frac{\partial^2 F}{\partial y^2}\right)\frac{\partial F}{\partial x} = 0. \quad (3)$$

Координаты точки, в которой касательная параллельна оси  $OX$ , определяются из уравнений:  $F = 0, \frac{\partial F}{\partial x} = 0$ ; точки с касательными, параллельными оси  $OY$ , находятся из уравнений  $F = 0, \frac{\partial F}{\partial y} = 0$ . Большую услугу оказывает далее знание положения асимптот (см. *Асимптотическое приближение*).

Приложим эти общие соображения к исследованию некоторых К. Рассмотрим декартов лист (фиг. 4):

$$F(x, y) \equiv x^3 + y^3 - 3axy = 0.$$

Эта кривая—алгебраическая 3-го порядка. Уравнения

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial x} \equiv 3x^2 - 3ay = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial y} \equiv 3y^2 - 3ax = 0, \\ F \equiv x^3 + y^3 - 3axy = 0 \end{aligned}$$

имеют общее решение:  $x = 0, y = 0$ . Найдем затем:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x^2}\right)_{x=0, y=0} = [6x]_{x=0, y=0} = 0, \quad \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x\partial y}\right)_{x=0, y=0} = -3a, \\ \left(\frac{\partial^2 F}{\partial y^2}\right)_{x=0, y=0} = [6y]_{x=0, y=0} = 0; \end{aligned} \quad (4)$$

поэтому  $\Delta = 9a^2 > 0$ , следовательно декартов лист имеет в начале координат узел. Касательные к ветвям узла можно найти из уравнения (2), принимая во внимание (4); получим:  $\xi\eta = 0$ , т. е. оси координат будут являться касательными к кривой в узле. Правила для определения асимптот алгебраических кривых указывают, что декартов лист имеет одну асимптоту и ее ур-ие:  $x + y + a = 0$ . Этого исследования достаточно, чтобы установить вид К.

Применим те же рассуждения к конхоиде. Конхойдой называется геометрич. место точек, для которых часть  $MP$  радиуса-вектора  $OP$ , заключенная между точками  $M$  и  $P$ , равняется данной величине  $l$ , причем точка  $M$  принадлежит постоянной прямой  $AA'$  (фиг. 5). Отсюда ур-ие конхойды:

$$F \equiv (y-a)^2(x^2 + y^2) - l^2y^2 = 0. \quad (5)$$

Прямая  $AA'$  имеет ур-ие  $y = a$ . Т. о. конхоида—алгебраич. К. 4-го порядка. Найдем ее особые точки; совместное решение уравнений (1) показывает, что начало координат—двойная точка кривой. Она будет узлом (фиг. 5), если

$$\Delta = 4a^2(l^2 - a^2) > 0,$$

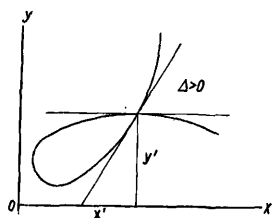
при  $\Delta < 0$  она будет изолированной точкой (фиг. 6), при  $\Delta = 0$ —точкой возврата (фиг. 7). Уравнение (2) здесь примет следующий вид:

$$\eta = \frac{\pm a\xi}{\sqrt{l^2 - a^2}}.$$

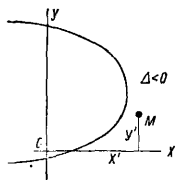
Решая ур-ие  $F = 0$  относительно  $x$ , найдем:

$$x^2 = \frac{l^2y^2}{(y-a)^2} - y^2;$$

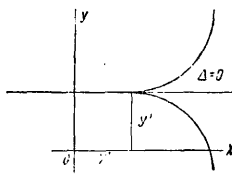
следовательно при  $y = a, x = \infty$  и прямая  $y = a$  будет асимптотой конхойды. Уравнение (5) содержит лишь четные степени  $x$ , а потому конхоида симметрична относительно оси  $OY$ .



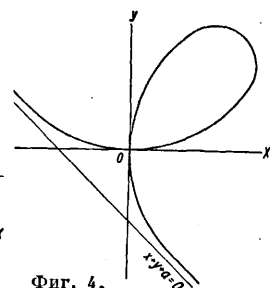
Фиг. 1.



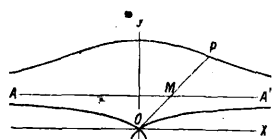
Фиг. 2.



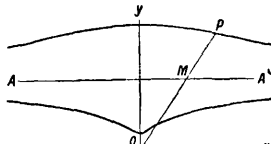
Фиг. 3.



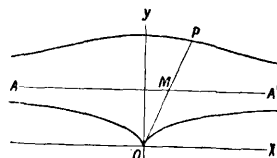
Фиг. 4.



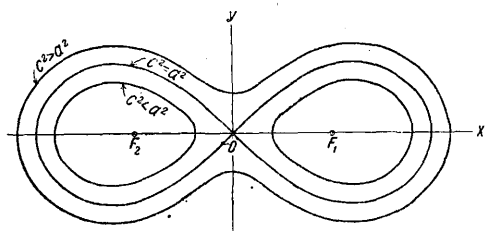
Фиг. 5.



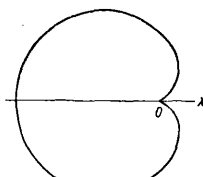
Фиг. 6.



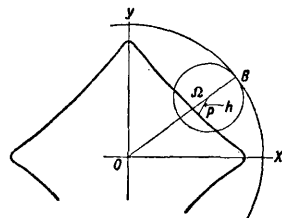
Фиг. 7.



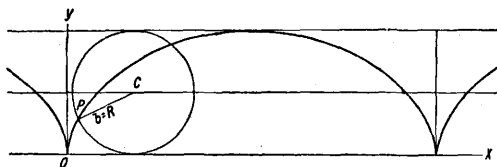
Фиг. 8.



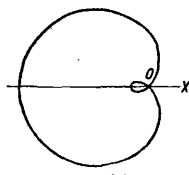
Фиг. 15.



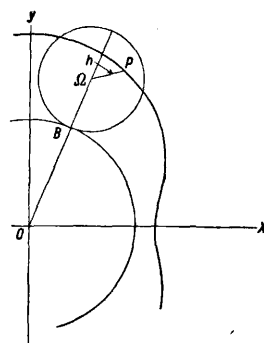
Фиг. 13.



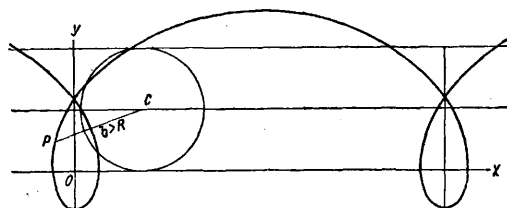
Фиг. 9.



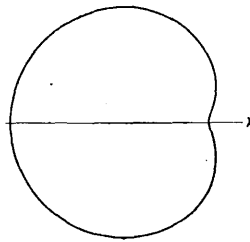
Фиг. 14а.



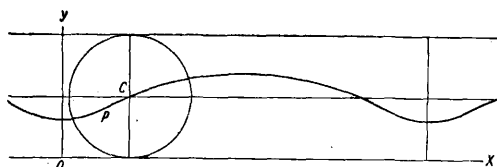
Фиг. 12.



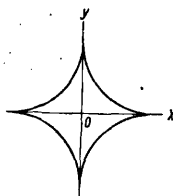
Фиг. 10.



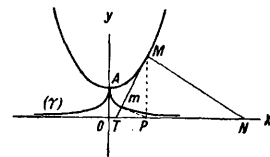
Фиг. 14б.



Фиг. 11.



Фиг. 16.



Фиг. 17.

Все эти свойства конхоиды позволяют установить ее внешний вид. Конхоида была введена греческим геометром Никомахом для решения задачи о трисекции угла.

О в а л ы К а с с и н и введены астрономом Кассини для решения одной механической задачи (частного случая задачи о трех телах). Характеристическое свойство этих К.: произведение расстояний произвольной точки кривой до двух данных точек, фокусов  $F_1$  и  $F_2$ , есть величина постоянная  $c^2$ . Обозначим расстояние между фокусами через  $2a$  и поместим их на оси  $OX$  симметрично относительно точки  $O$ . Тогда уравнение овала Кассини будет:

$$F = (x^2 + y^2)^2 - 2a^2(x^2 - y^2) + a^4 - c^4 = 0. \quad (6)$$

Это уравнение показывает, что овал Кассини симметричен и относительно оси  $OX$  и относительно оси  $OY$ . Легко видеть, что овал Кассини не имеет ветвей, уходящих в бесконечность, и т. к. его уравнение алгебраическое, то он является замкнутой К. Ур-ия

$$\frac{\partial F}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial y} = 0, \quad F = 0$$

не имеют при  $c \neq a$  общих решений, т. е. овал Кассини не имеет особых точек. При  $c^2 = a^2$  эти уравнения имеют общее решение  $x=0, y=0$ ; начало координат будет узлом; К. имеет характерный вид восьмерки. Эта кривая известна под именем лемнискаты Б е р н у л л и. Ее ур-ие в полярных координатах:

$$\rho^2 = 2a^2 \cos 2\varphi.$$

Если рассмотрим всю совокупность кривых Кассини для изменяющегося  $c$ , то установим, что при  $c^2 > a^2$  овал Кассини представляет одну замкнутую кривую; при уменьшении  $c$  этот замкнутый овал, переходя через лемнискату, распадается на две отдельные замкнутые К. (фиг. 8).

Рассмотрение трансцендентных К. начнем с весьма известной кривой — ц и к л о и д ы. Циклоидой наз. К., описываемая произвольной точкой  $P$  круга при его качении (без скольжения) по прямой  $OX$ . Пусть радиус круга будет  $R$ , а расстояние рассматриваемой точки до центра круга  $C$  будет  $b$ . Тогда уравнение циклоиды будет:

$$x = R\varphi - b \sin \varphi, \quad y = R - b \cos \varphi.$$

Если  $b = R$ , то мы имеем нормальную циклоиду; она представляет собою бесконечное число арок, соединенных между собою в точках  $x = 2\pi k (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$ ; эти точки — точки возврата циклоиды (фиг. 9). При  $b > R$  имеем удлиненную циклоиду; она обладает бесконечным числом узлов (фиг. 10). При  $b < R$ , получаем укороченную циклоиду; она не обладает особыми точками (фиг. 11). Непосредственным обобщением циклоиды являются г и п о ц и к л о и д ы и э п и ц и к л о и д ы: кривые, описываемые точкой  $P$  одного круга при его качении по другому кругу. Если радиус первой окружности назовем через  $r$ , а радиус второй, опорной, окружности через  $R$  и покатам первую окружность по внешней стороне второй, то будем иметь следующее уравнение э п и ц и к л о и д ы (фиг. 12):

$$\begin{aligned} x &= (R + r) \cos \varphi - h \cos \left( \frac{R+r}{r} \varphi \right); \\ y &= (R + r) \sin \varphi - h \sin \left( \frac{R+r}{r} \varphi \right). \end{aligned} \quad (7)$$

При качении по внутренней стороне получаем гипоциклоиду (фиг. 13):

$$\begin{aligned} x &= (R - r) \cos \varphi + h \cos \left( \frac{R-r}{r} \varphi \right); \\ y &= (R - r) \sin \varphi - h \sin \left( \frac{R-r}{r} \varphi \right). \end{aligned} \quad (7')$$

Здесь через  $h$  обозначено расстояние рассматриваемой точки до центра катящегося круга. Форма гипо- и эпициклоид существенно зависит от арифметического характера отношения  $\frac{R}{r}$ ; при  $\frac{R}{r}$  рациональном кривая представляется замкнутой; кроме того в этом случае наши кривые алгебраические. При иррациональном  $\frac{R}{r}$  кривая обладает тем замечательным свойством, что, какова бы ни была точка  $M$  внутри кольца

$$x^2 + y^2 - R^2 = 0, \quad x^2 + y^2 - (R \pm r)^2 = 0$$

и как бы ни был мал радиус некоторого круга  $\gamma$  с центром в точке  $M$ , всегда найдется бесконечное множество точек гипоциклоиды (эпициклоиды), лежащих внутри этого круга  $\gamma$ .

Рассмотрим некоторые частные случаи. 1)  $R = 2r$  и  $h$  — произвольно. Ур-ия (7') дают эллипс. На этом свойстве основано устройство некоторых эллипсографов. 2)  $R = r$ . Ур-ия (7) дают после исключения  $\varphi$ , замены координат  $x = x' + h$  и перехода к полярным координатам:

$$\rho = 2(r - h \cos \omega);$$

эта К. носит название улитки П а с к а л ь я (фиг. 14 а, 14 б). При  $h = r$  имеем кардиоиду (фиг. 15):

$$\rho = 2r(1 - \cos \omega).$$

3)  $R = 4r$  и  $h = r$ . Уравнения (7') дают астронду (см.) (фиг. 16):

$$\left( \frac{x}{4r} \right)^{2/3} + \left( \frac{y}{4r} \right)^{2/3} = 1.$$

Задача о гипоциклоидах и эпициклоидах может быть обобщена на две произвольные кривые  $\Gamma$  и  $\Gamma'$  рассмотрением пути произвольной точки кривой  $\Gamma$ , катящейся по кривой  $\Gamma'$ . Составление ур-ий соответствующей К., при произвольных  $\Gamma$  и  $\Gamma'$ , осложняется необходимостью знать выражения длин дуг К.

Рассмотрим теперь ц е п н у ю л и н и ю:

$$y = \frac{a}{2} \left( e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right);$$

она представляет собою фигуру равновесия тяжелой гибкой и нерастяжимой нити. Если в какой-нибудь ее точке  $M$  провести нормаль до пересечения с осью  $OX$ , то отрезок  $MN$  будет равен радиусу кривизны цепной линии в точке  $M$  (фиг. 17). Если далее из точки  $P$  опустить на касательную  $MT$  перпендикуляр  $Pm$ , то отрезок  $Mm$  будет равен длине  $s$  дуги цепной линии от точки  $A$  до точки  $M$ . Геометрич. место  $\gamma$  точек  $m$  представляет собою эвольвенту цепной линии. Можно доказать, что  $mP$  сохраняет постоянное значение для всех точек  $M$  цепной линии. Кривая  $\gamma$  есть т р а к т р и с а. Длина  $s$  цепной линии от  $A$  до  $M$  имеет следующее выражение:

$$s = \frac{a}{2} \left( e^{\frac{x}{a}} - e^{-\frac{x}{a}} \right);$$

отсюда уравнение трактрисы будет:

$$x_1 = a \cos \theta + a \ln \operatorname{tg} \frac{\theta}{2},$$

$$y_1 = a \sin \theta.$$

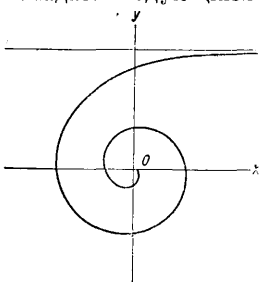
Трактриса имеет в точке *A* точку возврата и ось *OX* своей асимптотой.

К семейству трансцендентных *K.* принадлежат и спирали. Под спиралями понимаются обычно *K.*, делающие бесконечное число оборотов около какой-нибудь точки. Простейшим примером служит *архимедова спираль* (см.):

$$r = a\varphi.$$

Более сложные примеры дают гиперболическая спираль (фиг. 18):

$r = \frac{a}{\varphi}$ , и логарифмическая спираль:  $r = e^{a\varphi}$ . Гиперболическая спираль обладает следующими свойствами: она имеет



Фиг. 18.

асимптоту  $y = k$ , к которой приближается при  $\varphi \rightarrow 0$ , и имеет далее точку  $(0,0)$  в качестве асимптотической точки. Характерным свойством логарифмич. спирали является ее неизменяемость при преобразовании подобия с центром в точке *O*. К разряду спиралей относятся и кри-

вые Френеля, встречаемые в теории диффракции (см. *Диффракция*):

$$x = \int_0^s \cos \frac{s^2}{2a^2} ds, \quad y = \int_0^s \sin \frac{s^2}{2a^2} ds.$$

Хотя входящие сюда квадратуры взять и невозможно, но можно тем не менее составить представление о форме *K.* При  $s \rightarrow +\infty$  *K.* делает бесконечное число оборотов около точки  $(\frac{a\sqrt{\pi}}{2}, \frac{a\sqrt{\pi}}{2})$ , а при  $s \rightarrow -\infty$  она делает бесконечное число завитков около точки  $(-\frac{a\sqrt{\pi}}{2}, -\frac{a\sqrt{\pi}}{2})$ .

Тригонометрические *K.*—см. *Тригонометрические функции*.

Лит.: Гурса Э., Курс математического анализа, т. 1, М., 1911; Егоров Д. Ф., Дифференциальная геометрия, М.—П., 1924; Loria G., Spezielle algebraische und transzendente ebene Kurven, 2 Aufl., Bd. 1, 2, Lpz.—В., 1910—1911; Wieleitner H., Theorie d. ebenen algebraischen Kurven höherer Ordnung, Berlin, 1905; Hilton H., Plane Algebraic Curves, Oxford, 1920.

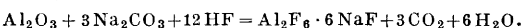
Л. Сретенский.

**КРИОЛИТ**, фтористый натрий-алюминий,  $AlF_3 \cdot 3 NaF$ , минерал моноклинной сингонии. Кристаллы редки и по б. ч. мелкие. Излом раковистый, хрупок, тв. 2,5—3, удельн. вес 2,95—3; цвет снежнобелый, реже—красноватый, буроватый, даже черный, но б. ч. бесцветен, водянопрозрачен. Блеск стеклянный, жирноватый, на плоскостях спайности перламутровый. Плавится весьма легко (975° по Мольденгауеру). Растворяется в серной кислоте с выделением HF. Встречается весьма редко. Обыкновенно залегает сплошными массами, а также в крупнозернистых агрегатах, вместе с железным и медным колчеданами, свинцовым блеском, железным шпатом и кварцем.

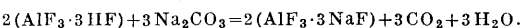
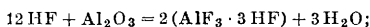
Наибольшее промышленное значение имеет месторождение Ivigtut на западном побережье Гренландии, у фиорда Arsuk. Здесь *K.* залегает в виде жилы (ок. 180 м в длину и 30—55 м в ширину) в гранитном массиве, лежащем в гранито-гнейсе. Запасы *K.* здесь значительные. Точных данных о запасах нет. В СССР на Урале (близ Миаса) было встречено небольшое гнездо *K.* в жиле альбитового гранита; в Америке (Колорадо, около Pikes' Peak) имеется месторождение криолита непромышленного характера.

*K.* применяется в качестве плавня при электролитич. получении алюминия; окис алюминия легко растворяется в расплавленной двойной фтористой соли алюминия и натрия ( $K. — Al_2F_6 \cdot 6 NaF$ ). Кроме того *K.* применяется в стекольной промышленности для получения молочного стекла и в производстве эмали для железных и фарфоровых изделий. Небольшое количество идет в качестве плавня при литье меди и в нек-рых других производствах. Заменителем *K.* в керамической промышленности является кремнефтористый натрий.

В последнее время природный *K.* повсеместно заменяется искусственным *K.*, к-рый готовится (на алюминиевых заводах) действием плавиковой к-ты на чистую окись алюминия и соду; в свою очередь плавиковая к-та получается действием серной к-ты на чистый фтористый кальций. Реакция образования двойной соли фтористого алюминия и фтористого натрия (искусственного криолита) представляется у-рием:



Применением искусственного *K.* в очень чистом виде достигается получение чистого алюминия. На опытном з-де Ин-та прикладной минералогии выработан способ искусственного получения криолита. В основе этого способа лежат следующие реакции: в 10—15%-ной плавиковой к-те растворяется необходимое количество  $Al_2O_3$  (глинозем) для получения кислой соли  $AlF_3 \cdot 3 HF$ , которая вместе с содой превращается в *K.*:



Осаждение *K.* производится в чанах, выложенных свинцом; содержание воды в свежеосажденном *K.* доводится при посредстве фильтр-прессов до 30—40%, после чего *K.* окончательно просушивается в обогреваемой при помощи топки вращающейся печи (сушильный барабан).

Вывоз, ввоз и средние цены на природный криолит.

Годы	Отправка из Гренландии (т)	Ввоз в США (т)	Средн. цена американ. импорта (фурборт Гренландия) в долл. за дл. т
1913 . . .	10 415	2 600	20,54
1922 . . .	8 692	3 962	50,35
1923 . . .	18 582	6 477	50,19
1924 . . .	23 791	6 421	56,74
1925 . . .	31 612	10 002	70,16
1926 . . .	24 716	7 721	73,38
1927 . . .	19 176	5 145	81,14
1928 . . .	25 645	8 917	

Торговля естественным К. сосредоточена в руках датских концессионеров (месторождение Ivigtut принадлежит Дании). Вывоз и средние цены на природный К. указаны в таблице, помещенной выше.

Цены на сырой К. держались в среднем ок. 50,35 долл. за т. Цена чистого К. около 100 долл. за т. Потребность СССР в К. удовлетворялась лишь ввозом.

Лит.: Курдюмов А. П., К вопросам создания в России алюминиевого производства, «Труды Ин-та прикл. минер. и металлургии», М., 1923, вып. 6; Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и с. х-ве, 2 изд., Ленинград, 1927; Wald auf, Über d. Kryolithvorkommen in Grönland, «Ztschr. für prakt. Geologie», Halle a/S., 1910; Dammmer B. und Tietze O., Die nutzbaren Mineralien, Kryolith, mit Ausnahme d. Erze, Kalisalze, Kohlen und d. Petroleum, B. 1, Stg., 1928; Davis H. W., Fluorspar a. Cryolite in 1926, «Min. Recs. of the U. S. Geol. Survey», Wash., 1927; Gordon S., Mining Cryolite in Greenland, «Eng. and Min. Journ.», New York, 1936, Febr., p. 5; Grünwald J., Chem. Technologie d. Emailrohmaterialien, B., 1922; Lado R., Non-metallic Minerals, p. 476, N. Y., 1925. **Н. Федоровский.**

**КРИОСКОПИЯ**, учение об определении мол. в. растворенных веществ по понижению ими точки замерзания чистого растворителя. Вместе с *эбуллиоскопией* (см.) — определением мол. в. по повышению точки кипения — К. является наиболее употребительным и точным методом определения мол. в. веществ в растворенном состоянии. Понижение точки замерзания  $t$  раствора сравнительно с точкой замерзания  $t_0$  чистого растворителя — депрессия  $\Delta t = t_0 - t$ , вызывается тем, что давление  $p$  пара раствора понижено по сравнению с давлением  $p_0$  пара чистого растворителя ( $\Delta p = p_0 - p > 0$ ), т. к. в точке замерзания давления пара раствора и вымерзающего чистого растворителя д. б. одинаковыми. Термодинамически можно показать, что депрессия  $\Delta t$ , как и понижение давления пара  $\Delta p$ , для слабых растворов пропорциональна концентрации  $c$  в  $g$ -молекулах на 1000  $g$  растворителя:

$$\Delta t = k_0 \cdot c \quad (1)$$

(1-й закон К.); при  $c=1$ ,  $\Delta t = k_0$ ; поэтому  $k_0$  называется молекулярной депрессией;  $k_0$  зависит только от свойств взятого растворителя. 2-й закон К. определяет величину  $k_0$ :

$$k_0 = \frac{RT_0^2}{Q_0} \cdot \frac{1}{1000} = \frac{\Delta t}{c} \quad (2)$$

[ $R$  — газовая постоянная ( $=1,987 \frac{\text{cal}}{\text{моль град.}}$ ),  $T_0$  — абсолютная темп-ра замерзания чистого растворителя,  $Q_0$  — его скрытая теплота плавления в  $\text{cal/g}$ ]. Свойства часто применяемых в криоскопии растворителей сопоставлены ниже в таблице.

Зная депрессию  $\Delta t$  для данного раствора, легко вычислить относительно понижение давления пара:

$$\frac{\Delta p}{p_0} = \frac{Q_0 \Delta t}{RT_0^2}$$

Легко вычисляется и *осмотическое давление* (см.) разбавленного раствора  $P$ :

$$P = 1000 \cdot \frac{\Delta t}{T_0} \cdot Q_0, \text{ или } P = \frac{1000 k_0 \cdot Q_0}{T_0} \cdot c.$$

Измеряя  $\Delta t$ , легко определить мол. в.  $M$  вещества в растворе; если в 1000  $g$  растворителя растворено  $G$   $g$  вещества, то  $c = \frac{G}{M}$  и из (1) находим:

$$M = \frac{k_0}{\Delta t} \cdot G.$$

Найденный так. обр. из нескольких определений  $\Delta t$  (при разных навесках  $G$ ) мол. в. вещества часто не соответствует вычисленному из химич. ф-лы, т. к. вещество в растворе иногда находится либо в виде ассоциированных молекул (см. *Ассоциация*, *Жидкости*) либо диссоциировано на ионы, иногда сольватированные (см. *Ионы*, *Сольватация*) или комплексные. Таким образом криоскопич. методом можно также пользоваться для определения молекулярного состояния вещества в растворе, степени его ассоциации или диссоциации. При этом  $\frac{M}{m} = n$  (если  $n > 1$ ) называется коэффициентом ассоциа-

Криоскопические свойства растворителей.

Растворитель	$t^\circ_{\text{пл.}}$	$Q_0, \frac{\text{cal}}{g}$	$k_0 = \frac{\Delta t}{c}$	$t^\circ_{\text{кип.}}$	Скрытая теплота кип., $Q_s, \frac{\text{cal}}{g}$	Молек. повыш. точки кипения, $k_s$
Вода, $\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	0	79,67	1,858	100	538	0,516
Бензол, $\text{C}_6\text{H}_6$ (спен. очищенный, без тиофена) . . . . .	5,5	30,4	5,12	80,3	95	2,65
Нитробензол, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ . . . . .	6	22,6	7,5	—	—	—
Уксусная кислота (ледяная), $\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$ . . . . .	17	46,4	3,9	118	97	3,1
Фенол, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ . . . . .	41	29,1	7,3	—	—	—
Нафталин, $\text{C}_{10}\text{H}_8$ . . . . .	80,1	35,6	6,9	—	—	—
Каффора, $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ . . . . .	180	—	40	—	—	—

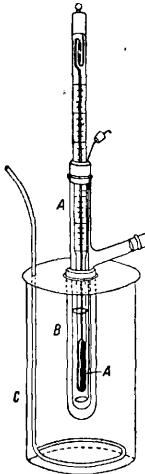
ции; если же  $n < 1$ , то  $i = \frac{1}{n} = \frac{m}{M}$  называется коэффициентом диссоциации; для электролитов, молекула которых образует  $\nu$  ионов,  $i = 1 + (\nu - 1)\alpha$ , где  $\alpha$  — степень диссоциации. В пределе, при полной диссоциации  $\alpha \rightarrow 1$ ,  $i \rightarrow \nu$ ; для бинарных электролитов  $i \rightarrow 2$ . Когда в растворе содержится не одно, а несколько растворенных веществ, концентрация которых в отдельности точно неизвестна, криоскопич. измерения применяются для определения суммарной (так наз. осмотической) концентрации раствора, вычисляемой по формуле  $c = \frac{\Delta t}{k_0}$ ;  $c$  обуславливает осмотич. давление раствора ( $P = RT \cdot c$  для слабых растворов). Так, К. применяется при физикохимическ. анализе сложных растворов, например мочи, минеральных вод. Измерение депрессии в концентрирован. растворах позволяет определить в них термодинамическую активность  $a$  растворенного вещества; если эту величину подставить вместо концентрации  $c$  во все термодинамические уравнения для слабых растворов, получим уравнения, справедливые и для растворов более концентрированных (исправленная концентрация). Для вычисления  $a$  концентрацию  $c$  умножают на коэффициент активности  $f$ , определя-



емый из величины депрессии:  $\frac{\Delta t}{k_0 c} = a = f \cdot c$ ;

$f = \frac{\Delta t}{k_0 c}$ , при  $c \rightarrow 0$ ,  $a \rightarrow c$ ,  $f \rightarrow 1$ .

Методика измерений. Для нахождения  $\Delta t$  обычно применяют прибор Бекмана (см. фиг. 1): во внутренний сосуд *A*, окруженный воздушной оболочкой *B*, наливают раствор или чистый растворитель, а во внешний *C* помещают холодильную смесь ( $t^\circ$  смеси д. б. на несколько градусов ниже темп-ры замерзания раствора). После переохлаждения основного раствора на  $0,5-1^\circ$  через боковую трубочку вносят при перемешивании затравку — кристаллик чистого растворителя, получаемый тут же в трубочке, погруженной в холодильн. смесь. Этим вызывается замерзание. Темп-ра замерзания измеряется обычно термометром Бекмана (см. *Бекмана термометр*). При этом  $\Delta t$  измеряется до  $0,001^\circ$  (см. *Термометрия*). Для устранения ошибки от вымерзания части растворителя и повышения концентрации  $c$  во время опыта, в случае водных растворов, берут большие объемы растворителя (до  $300 \text{ см}^3$ ), помещая их в смеси с мелкими кусочками льда в сосуд Дьюара. После установления по термометру Бекмана точки замерзания чистой воды в сосуд вливают из пипетки такой объем раствора, чтобы  $t^\circ$  понизилась на  $0,1-0,2^\circ$ . После нескольких отсчетов из раствора берут пробу для анализа, а затем прибавляют еще порцию раствора для второго ряда измерений. Камфора, по Рау, является удобным растворителем для криоскопических измерений ( $t_{пл.} = 180^\circ$ ), так как дает большую



молекулярную депрессию  $k_0 = 40^\circ = \frac{\Delta t}{c}$ ; поэтому в случае камфоры можно пользоваться обыкновенными термометрами, с делениями на  $0,1-0,2^\circ$ .

Лит.: Вознесенский С. А. и Ребиндер П. А., Руководство к лабораторным работам по Физической химии, М.—Л., 1928; A r n d t K., Phys.-chem. Messtechnik, 2 Aufl., Stg., 1923; R a s t, «В», 1922, В. 55, р. 1051; J e l l i n e k K., Lehrbuch d. phys. Chemie, В. 1—2, Stg., 1914—1915; Handbuch d. Arbeitsmethoden in d. anorgan. Chemie, hrsg. von A. Stähler, В. 1—4, В.—Лpz., 1913—1925; Н о u b e n J., Methoden der organischen Chemie, В. 1—4, Leipzig, 1923—1925.

П. Ребиндер.

**КРИПТОСТЕГИЯ**, каучук из мадагаскарской лианы *Cryptostegia grandiflora* или *C. madagascariensis* (называется также «Iombi-po»), среднего сорта, мягкий, при растягивании становится серо-белого цвета. Содержание млечного сока в растении незначительно, едва 2%.

М. Лурье.

**КРИСТАДИН**, кристаллический генератор и усилитель, основанный на явлении генерирования детектором незатухающих колебаний, подобно волтовой дуге или электронной лампе, если обычный детекторный контакт (фиг. 1) и подвести к нему постоянный ток от батареи *B* через нек-рое балластное сопротивление  $R_b$ . Период этих колебаний очень близок к собственному периоду кон-

тура. В качестве генерирующего контакта *G* м. б. применены некоторые из обычных детекторных контактов (см. *Детектор*). Наилучшие результаты получаются с контактом минерала цинкита  $ZnO$  с примесями *Mn* и *Fe* (+) и стальной проволочки (—); диаметр последней около  $0,2 \text{ мм}$ . Для улучшения действия кристаллы цинкита предварительно обрабатываются в мощной электрич. печи [2].

Подобно дуговому преобразователю кристаллинный генератор возбуждает обыкновенно колебания второго рода (см. *Колебания электрические*). С *K* можно получать колебания всевозможных частот (в сторону понижения), в зависимости от значенной *L* и *C* присоединенного колебательно-го контура. Наиболее высокая частота, полученная с *K*,  $1,23 \cdot 10^7$  пер/сек. ( $\lambda = 24,3 \text{ м}$ ) [2].

Для целей приема удобна схема фиг. 2—двухдетекторная схема, в которой функции усиления и детектирования отделены: *LC*—обычный детекторный приемник с галеновым детектором *d*; батарея  $B \approx 12 \text{ В}$ ; сила тока поддерживается  $\approx 4 \text{ мА}$ . Схема фиг. 2 работает по принципу регенерации (см. *Приемники*). Режим регенерации может быть регулируем: 1) посредством изменения силы тока—изменением напряжения при помощи потенциометра *P*; 2) посредством изменения нагрузки—изменением детекторной связи приемника (на фиг. 2 не показано). Контур  $L'C'$  низкой, слышимой частоты служит для отыскивания генерирующих точек; он д. б. отключаем во время приема.

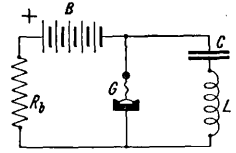
Действие генерирующего контакта объясняется: 1) чисто-тепловыми процессами в контакте [1, 3, 4, 5], 2) чисто электронными процессами: диссоциация атомов кристаллич. решетки (см. *Кристалл*) активного места кон-

такта. Несомненно также, что при низких частотах имеется заметное влияние тепловых процессов [2, 6, 7].

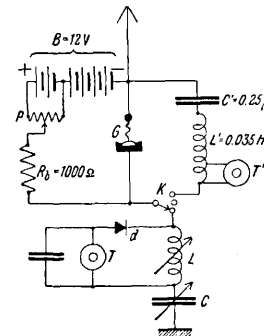
Минерал цинкит, обладая чисто электронной проводимостью, имеет отрицательный  $t^\circ$ -ный коэффициент сопротивления, в пределах  $22-97^\circ$  равный  $-0,007$  [2, 4].

Лит.: 1) Eccles W. H., «The Electrician», 1910, p. 385; Pickard C. W., «Radio News», 1925, v. 6, p. 1166; 2) Лосев О., *ТиТ6П*, 1922, 14, стр. 375; «Phil. Mag.», L., 1928, p. 1024; О приложении уравнения теории квант к явлению свечения детектора, «*ТиТ6П*», 1929, 53; «Радиолобительство и радиовещание», Москва—Ленинград, 1926, стр. 181—187; 3) Петровский И. А., «Морской сборник», СПб, 1911, 10; 4) Остроумов Г. А., «*ТиТ6П*», 1924, 24, стр. 204; 5) Sixtus K., «Zeitschrift f. techn. Phys.», Lpz., 1928, 8, p. 70; 6) Карповский И. А., «*ТиТ6П*», 1927, 43, стр. 449—451; Seidl F., «Phys. Ztschr.», Lpz., 1926, В. 27, p. 64, 816.

**КРИСТАЛЛ**, твердое химически однородное тело, обладающее *анизотропией* (см.) и б. ч. закономерной внешней формой. К. характе-

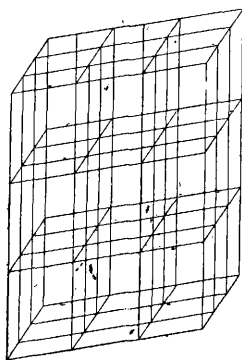


Фиг. 1.



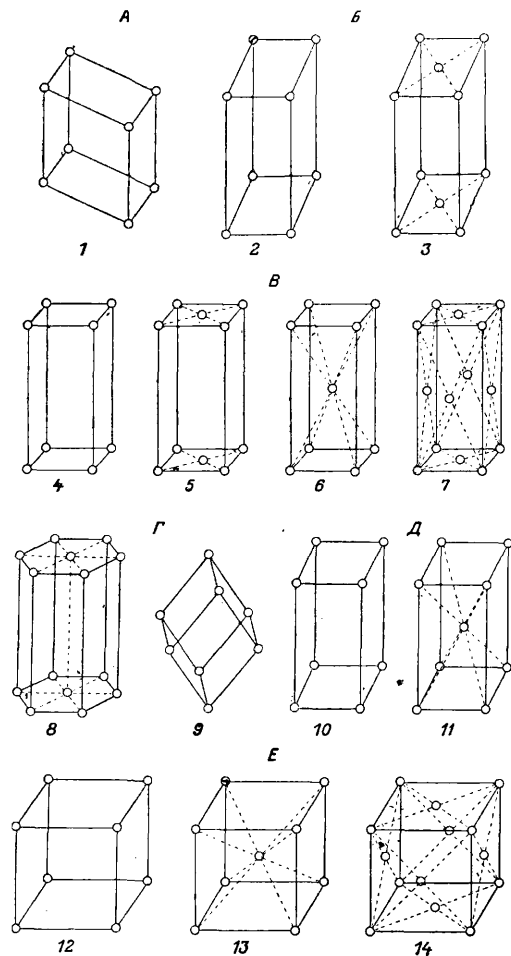
Фиг. 2.

ризуется регулярным расположением молекул, помещенных в вершинах так наз. пространственной решетки, часть к-рой изображена на фиг. 1. Такая решетка



Фиг. 1.

получается при наличии трех взаимно пересекающихся систем плоскостей, причем в каждой системе плоскости параллельны друг другу и находятся на равных друг от друга расстояниях, неодинаковых в общем случае для трех систем плоскостей. Точки, в к-рых пересекаются плоскости, принадлежат трем различным системам, называемым узлами решетки (в них расположены молекулы). В общем случае все эти плоскости разделяют пространство на одинаковые клетки, которые имеют форму



Фиг. 2.

параллелепипедов. Простейший же случай: три системы плоскостей взаимно перпендикулярны и расстояния плоскостей друг от

друга во всех трех системах одинаковы (кубическая решетка).

Теория пространственной решетки получила окончательное завершение в ряде работ Зонке, Шёнфлиса, Барлова и Федорова. Труды названных ученых строго установлено, что в отношении правильного расположения молекул в пространстве имеют место 230 пространственных групп, которые в основном могут быть сведены к 14 пространственным решеткам (фиг. 2), из которых одна (фиг. 2, А) — триклинная, две (фиг. 2, Б) — моноклинные, четыре — ромбические (фиг. 2, В), две — гексагональные, из которых одна ромбоэдрическая (фиг. 2, Г), две — тетрагональные (фиг. 2, Д) и три — кубические (фиг. 2, Е); среди кубических решеток следует отметить решетки простого куба (фиг. 2, Е, 12), централизованного куба (фиг. 2, Е, 13) и куба с централизованными гранями (фиг. 2, Е, 14). См. *Кристаллография*.

Теория кристаллич. решетки экспериментально подтвердилась в опытах с диффракцией рентгеновских лучей при их прохождении сквозь К. (Лауе, 1912 год). Если К. по этой теории состоит из частиц, расположенных по пространственной решетке на расстояниях, немногим более отличающихся от размеров атома, то рентгеновские лучи ( $\lambda = 20 \div 1/14 \text{ \AA}$ ), пройдя через кристалл, дадут отчетливую картину диффракции в виде пятен, известным образом расположенных и отличающихся друг от друга своей интенсивностью. Дальнейшие исследования, в результате опытов Книппингена и Фридриха над пластинкой свинцового блеска, подтвердили результат, предполагавшийся теорией. Брэгги (отец и сын), Терада и Вульф дали следующее толкование опытам Лауе: каждый из первичных пучков лучей, падающий на поверхность кристалла и разлагаемый им, можно рассматривать как отражение этого первичного пучка на одной из систем элементарных параллельных плоскостей, на которые можно разбить решетку К. Теория эффекта Лауе в общем сводится к следующему. Проходя через кристалл, рентгеновский луч (той или иной  $\lambda$ ) приводит в колебание электроны атомов, являющиеся структурными единицами К. Атомы при этом становятся источниками излучения, испуская волны с амплитудой, пропорциональной  $Z$  (атомному номеру). Волны, излучаемые всеми атомами решетки кристалла, интерферируют в окружающем К. пространстве, усиливая, ослабляя или даже уничтожая друг друга. Эти направления интерференции определяются ф-лой:

$$2d \cdot \sin \alpha = m \cdot \lambda,$$

где  $d$  — расстояние друг от друга элементарных плоскостей (или, что то же, узлов),  $\lambda$  — длина волны отраженного луча,  $\alpha$  — угол падения луча на систему плоскостей,  $m$  — целое число (порядок отражения). Базируясь на методе рентгенографического исследования структуры К. галоидных щелочных металлов, Брэгги нашли в частности, что атомы металла и галоида не собраны в явственные пары и в узлах решетки (как и предполагал Браве). По их исследованиям оказалось,

что в узлах решетки находятся составные части молекул (отдельные атомы или определенные группы атомов), отделенные в К. хлористого натрия (NaCl) равными промежутками (чередуюсь в равных расстояниях на прямых, параллельных ребрам куба, — фиг. 3). Это дало повод утверждать, что К., не являясь собранием (в узлах решетки) молекул, а будучи собранием атомов, представляет собой как бы одну молекулу. Впоследствии Дебай доказал, что структурными единицами К. служат не нейтральные атомы, а ионы (и оная решетка). На основе учения о строении атома (Бор), строения кристаллов хлористых щелочных металлов (Брагги), а также доказанной ионной природы структурн. единиц К. (Дебай), Борн вычислил теоретически размер решетки и механич. свойства К. Электрическая теория твердого тела дает следующие выражения для энергии кристаллической решетки гетерополярного (ионного) типа:

Впоследствии Дебай доказал, что структурными единицами К. служат не нейтральные атомы, а ионы (и оная решетка). На основе учения о строении атома (Бор), строения кристаллов хлористых щелочных металлов (Брагги), а также доказанной ионной природы структурн. единиц К. (Дебай), Борн вычислил теоретически размер решетки и механич. свойства К. Электрическая теория твердого тела дает следующие выражения для энергии кристаллической решетки гетерополярного (ионного) типа:

Впоследствии Дебай доказал, что структурными единицами К. служат не нейтральные атомы, а ионы (и оная решетка). На основе учения о строении атома (Бор), строения кристаллов хлористых щелочных металлов (Брагги), а также доказанной ионной природы структурн. единиц К. (Дебай), Борн вычислил теоретически размер решетки и механич. свойства К. Электрическая теория твердого тела дает следующие выражения для энергии кристаллической решетки гетерополярного (ионного) типа:

$$U = -\frac{a}{\delta_0} \left(1 - \frac{1}{m}\right),$$

где  $U$ —энергия элементарного кубика,  $a$ — постоянная величина,  $\delta_0$ —расстояние между одноименными ионами. Число  $m$  находится из коэф-та  $\nu$  сжимаемости К.

$$\nu = \frac{9\delta_0^3}{a(m-1)}$$

Для решетки типа NaCl  $a = 13,94e^2$  и  $m = 9$  ( $e$ —заряд электрона). В дальнейшем Дебай и Шерер, исходя из наблюдений, что рентгеновские лучи отражаются как от внешних граней К., так и от внутренних его плоскостей, усеянных атомами (причем для монохроматич. лучей это отражение происходит лишь под определенными углами), пропустили узкий пучок лучей через маленький столбик порошка из кристалла и фотографировали действие столбика на прошедший пучок на пленке, свернутой в цилиндр (на оси этого цилиндра помещался столбик порошка). Оказалось, что получающиеся на пленке линии соответствуют пятнам лауэграммы и что по этим линиям можно вывести структуру К. На основании изложенных методов была определена структура ряда веществ элементов и их соединений, причем этот способ позволил определить абсолютную величину межатомных расстояний в кристалле (величину  $d$  в вышеприведенной ф-ле). Рентгенометрич. анализ строения К. приводит к следующим типам размещения атомов. Большая часть химических элементов кристаллизуется в кубич. и гексагональной системе (с преобладанием наиболее плотного расположения атомов). В кубич. системе наиболее плотное расположение атомов осуществляется в виде решетки, параллелограмма которой имеют вид кубов с атомами в узлах и центрах граней. В гексагональной системе наиболее плотное расположение атомов получается при наложении перпендикулярно телесной диагонали куба. Кроме расположения по кубу с центрированными гранями существует

расположение по центрированному кубу с атомами и в верхних кубических ячеек и в центре этих ячеек. К вышеизложенному нужно добавить, что величина  $d$  (расстояние атомов друг от друга) в К. каменной соли, структура которой точно выяснена, выражается соотношением:

$$d = 2,814 \text{ \AA} = \text{Const.}$$

Ниже приводятся характеристики структуры некоторых элементов.

#### 1. По кубу с центрированными гранями.

Элемент	Al	Ca	Fe <sub>γ</sub>	Co	Ni
Сторона кубич. ячейки в 10 <sup>-8</sup> см.	4,04	5,56	3,61	3,554	3,54
Элемент	Cu	Rh	Pd	Ag	Ce
Сторона кубич. ячейки в 10 <sup>-8</sup> см.	3,60	3,82	3,45	4,06	5,12
Элемент	Ir	Pt	Au	Pb	Th
Сторона кубич. ячейки в 10 <sup>-8</sup> см.	3,80	3,93	4,08	4,91	5,04

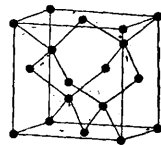
#### 2. По центрированному кубу.

Элемент	Li	Na	Cr	Fe <sub>α,β,δ</sub>	
Сторона ячейки	3,50	4,30	2,89	2,86	
Элемент	Mo	Ta	W	K	V
Сторона ячейки	3,14	3,27	3,15	5,20	3,04

#### 3. Наиболее плотное расположение гексагональной системы.

Элемент	Be	Mg	Zn	Cd	Ti
$a$	2,29	3,22	2,670	2,960	2,97
$c$	3,62	5,23	4,940	5,600	4,72
$c/a$	1,58	1,624	1,860	1,890	1,59
Элемент	Zr	Ce	Co	Ru	Os
$a$	3,23	3,65	2,514	2,686	2,714
$c$	5,14	3,96	4,110	4,272	4,320
$c/a$	1,59	1,63	1,633	1,590	1,590

В последней табличке  $a$  обозначает размер ячейки по главной оси,  $c$ —по поперечной,  $c/a$ —отношение этих величин, равное отношению кристаллографич. осей. Элементы, относящиеся к одному столбцу периодич. системы, имеют вообще одинаковую структуру, наприм. одинаковое строение: 1) Li, Na, K, 2) Cu, Ag, Au, 3) Zn, Cd, Hg и т. д. Наличие полиморфизма и другие причины вносят однако исключения в это простое правило. Элементы с металлоидным характером отличаются более сложной структурой. Важно отметить углерод. Алмаз имеет строение, элементарный объем которого изображен на фиг. 4. Нейтральные атомы в этом объеме расположены в кольца по шести, и каждый атом тетраэдрически окружен четырьмя другими (тип молекулярной, или гомеоплярной, решетки). Графит—другой структуры, гексагональной, еще не определенной точно. Сажа (аморфный углерод, по прежним воззрениям) оказалась кристаллическим телом графитовой структуры. Галлоидные щелочные металлы и окислы щелочноземельных металлов построены по типу каменной соли за исключением CsCl, в котором атомы цезия занимают вершины кубической ячейки, а атом хлора—ее центр. Исследование структур кристалла сложного состава показало, что расположение атомов в кристалле может быть лучше всего согласовано с координативной теорией Вернера.



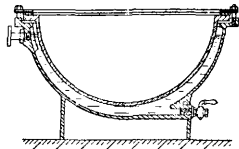
Фиг. 4.

Лит.: В у л ь ф Р. В., Кристаллы, их образование, вид и строение, Москва, 1926; Б о р н М., Строение материи, П., 1922; И о ф ф е А. Ф., Физика кристаллов, М.—Л., 1929; Ф р е й к е л ь Я., Электрическая теория твердых тел, Л., 1924; Б р е г г В., Введение в анализ кристаллов, перевод с англ., М.—Л., 1930; B o r n M., Atomtheorie des festen Zustandes, Lpz., 1923; E w a l d P. P., Der mechanische Aufbau des festen Körpers in atomistischer Betrachtung, Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik, B. 4, T. 2, 11 Auflage, Braunschweig, 1929; G r o t h P., Elemente d. physik. u. chem. Kristallographie, Mch.—B., 1921. И. Мельников.

### КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫЕ АППАРАТЫ.

Различают следующие важнейшие методы массовой кристаллизации (см.), применяемые в современной химической промышленности: 1) кристаллизация с удалением растворителя, 2) кристаллизация охлаждением насыщенных растворов, 3) кристаллизация с протекающими растворами, 4) холодные смесители и 5) кристаллизация в движении.

1. Кристаллизация с удалением растворителя. Растворитель можно удалять или при помощи испарения его или при помощи перевода его в твердое состояние. Последний способ, «способ вымораживания», выгодно применяется в большом масштабе при получении поваренной соли из морской воды в северных странах. Гораздо большую область применения имеет первый способ. Испарение растворителя можно вести при  $t^\circ$  выше и ниже точки кипения раствора. Медленное испарение в открытых чанах, чашах и бассейнах без нагревания часто практикуется, особенно когда имеют в виду получить крупные отчетливообразованные кристаллы. На практике таким образом кристаллизуют хромпик, медный купорос, желтую кровяную соль и многие другие вещества. Для ускорения процесса применяется подогревание, чаще всего паром; ускорения кристаллизации достигают также устройством механической циркуляции воздуха над поверхностью испаряемого раствора. Простой открытый К. а. представляет чашу с баней, обогреваемой паром (фиг. 1). Удаление растворителя при



Фиг. 1.

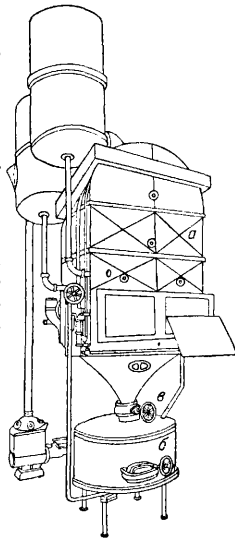
крываемые выпарные аппараты, применявшиеся ранее исключительно для целей сгущения, приспособляют в настоящее время и для кристаллизации. Главное затруднение, к-рое пришлось преодолеть при конструировании такого рода выпарных аппаратов, состоит в том, что выделяющаяся

На охлаждение 0,100 кг воды от 90 до 20° . . . . . 0,1 × 1,0 × (90 - 20) = 7,0 Cal  
 » » 0,101 » КВг » 90 » 20° . . . . . 0,101 × 0,113 × (90 - 20) = 0,8 Cal  
 Теплота кристаллизации для 0,101 - 0,066 = 0,035 кг выделяющегося КВг . . . . . 0,035 × 42 = 1,47 Cal

Всего на 0,035 кг КВг . . . . . 9,27 Cal  
 или на 1 кг . . . . .  $\frac{9,27}{0,035} = 265$  Cal

кристаллич. масса загрязняет нагревательные поверхности и части аппаратов, особенно трубы. Для устранения этого явления предложено устройство отдельных сборных резервуаров для собирания кристаллов. Для того чтобы осадок не накапливался на вертикальных трубах, аппараты строятся с сильной циркуляцией; вместо плоского

дна устраивают коническое, с большим углом наклона. Подобный аппарат показан на фиг. 2. Коническая нижняя часть аппарата *a* соединяется трубой с камерой *б*, служащей сборником для кристаллов. Соединяющая камеру труба имеет задвижку *в*, с помощью к-рой можно от времени до времени разъединить камеру и удалять собравшиеся кристаллы. Существуют также другие типы выпарных аппаратов для одновременной кристаллизации; периодич. разгрузку стремятся устранить устройством барабанных фильтров и т. д.



Фиг. 2.

2. Кристаллизация охлаждением насыщенных растворов. Насыщенные растворы, подвергаемые кристаллизации помощью охлаждения, получают растворением сырого материала или сгущением слабых щелоков и только в редких случаях в результате химич. превращений. Охлаждение может осуществляться естественным образом при помощи наружного воздуха или искусственно движущегося воздуха, водю или искусственными смесями, а также и в вакууме. В тех случаях, когда желают получить крупные кристаллы, следует избегать быстрого начального охлаждения, при к-ром может наступить мелкая кристаллизация. Это достигается или предварительным подогревом сосудов или нагреванием раствора выше  $t^\circ$  насыщения; в последнем случае раствор обогревает сосуды, и преждевременная кристаллизация не будет иметь места. При охлаждении приходится отводить тепло для приведения раствора к желаемой температуре, причем отводится и выделяющаяся теплота кристаллизации. Пример: насыщенный раствор КВг поступает на кристаллизацию при 90°; такой раствор содержит в 100 г воды около 101 г КВг. Если раствор охлаждается до 20°, в 100 г его остается 66 г КВг и выкристалливывается 101 - 66 = 35 г КВг. Принимая теплоемкость КВг = 0,113, воды равной 1,0, теплоту кристаллизации равной 42 Cal на 1 кг КВг, находим количество отводимого тепла:

На охлаждение 0,100 кг воды от 90 до 20° . . . . . 0,1 × 1,0 × (90 - 20) = 7,0 Cal  
 » » 0,101 » КВг » 90 » 20° . . . . . 0,101 × 0,113 × (90 - 20) = 0,8 Cal  
 Теплота кристаллизации для 0,101 - 0,066 = 0,035 кг выделяющегося КВг . . . . . 0,035 × 42 = 1,47 Cal

Всего на 0,035 кг КВг . . . . . 9,27 Cal  
 или на 1 кг . . . . .  $\frac{9,27}{0,035} = 265$  Cal

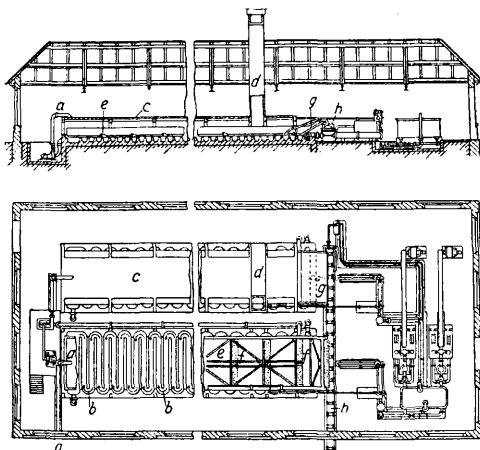
Если для охлаждения применять воду и разность  $t^\circ$  между нею и раствором поддерживать в 5° (именно в начале 90° - 5° = 85° и в конце 20° - 5° = 15°, то на каждый кг соли потребуются  $\frac{265}{5} = 53$  л охлаждающей воды.

Кристаллизация охлаждением горячих насыщенных растворов идет много успешнее в

вакуум-аппаратах, причем как теплота жидкости, так и теплота кристаллизации здесь расходуются на обращение части жидкости в пар, что в значительной степени ускоряет процесс. Во многих случаях довольствуются естественным охлаждением наружным воздухом, напр. при кристаллизации содовых щелоков [1], а также растворов  $KClO_3$ . Для кристаллизации  $KClO_3$  применяются чугунные баки, с внутренней поверхности обшитые оловян. листами или покрытые эмалью, длиной 1 800 мм, шириной 1 200 мм, глубиной 750 мм с передней стороны и 600 мм с задней. Каждый такой бак дает до 125—150 кг кристаллов при стоянии раствора в течение 8 суток летом и 14—зимой. Подобные же установки применяются в Карлсбаде при кристаллизации предвременно упаренной воды карлсбадского источника. Иногда для ускорения процесса кристаллизации в баки ставят тонкостенные металлич. ящики-ячейки, помещаемые последовательно внутри раствора и охлаждаемые проточной водой. На этом принципе устроены например аппараты Г. Шихта [2]. Вообще необходимо отметить, что описываемый метод кристаллизации, ранее один из наиболее распространенных в химич. практике, постепенно вытесняется другими, более совершенными.

3. Кристаллизация с протекающими растворами. В кристаллизационных баках кристаллы и раствор находятся в покое, и выравнивание убывающего около кристаллов насыщения идет только путем диффузии. Бокк [3] первый предложил способ выращивания кристаллов как на дне, так и на стенках сосуда при движении щелоков по неподвижным наклонным поверхностям; в этих условиях получается возможность питать кристаллы и увеличивать их размеры до той величины, которая достигается в неподвижных баках. Качество и форма кристаллов зависят в сильной степени от температурных условий, при к-рых протекает кристаллизация; выделяющиеся вначале при высокой  $t^\circ$  кристаллы имеют совсем иной характер, чем те, которые получаются в конце процесса, когда  $t^\circ$  сильно понижается. В желобах Бокка легко поддерживать температурные границы, необходимые для равномерной кристаллизации, и они нашли себе применение для многих случаев, например для кристаллизации растворов буры, причем в пределах от 60 до 35° получаются прекрасные друзы длинных кристаллов. После Бокка рядом изобретателей были предложены различные системы, основной идеей к-рых было создание неглубоких потоков, непрерывно протекающих по плоским поверхностям. На фиг. 3 показана в боковом разрезе и сверху установка Emil Passburg для кристаллизации растворов хлористого калия. Две громадные сковороды, сделанные из котельного железа, для ежедневной переработки 600—700 м<sup>3</sup> раствора дают ~100 000 кг соли. Почти насыщенный раствор с  $t^\circ=90—95^\circ$  поступает на сковороду через конец *a* и медленно движется по сковородам, имеющим при ширине 4 м длину ок. 50 м. Сковороды помещены на бетонных каналах *b*, по которым, как показано стрелками, зигзагообразно протекает охлаждающая вода. Кро-

ме нижнего охлаждения водой производится еще охлаждение с поверхности продуванием воздуха; с этой целью устраивается над сковородами крыша *c* и тяговая труба *d*. Выпадающая соль переносится по желобу *f* скреб-

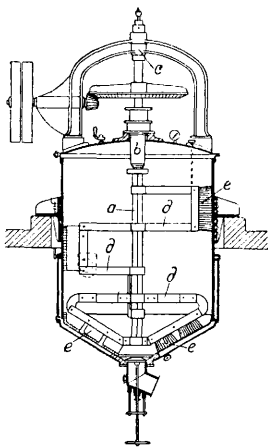


Фиг. 3.

ковым конвейером (см.) со скребками *e* на наклонную плоскость *g*, где находится короткое время для обратного стока маточного раствора, и оттуда подъемником переносится на транспортер *h*. Транспортирующие устройства *f* и *h* обслуживаются гидравлической установкой, показанной с правой стороны фигуры. Сравнительно долгое пребывание соли на сковородах и тщательное перемешивание дают возможность получать крупнокристаллич. материал. На принципе медленного движения кристаллизующегося раствора построены многочисленные аппараты. Зауэрбрей сконструировал аппарат [4] в форме башни, в к-рой раствор, стекая сверху по перегородкам внутри башни, сталкивается с встречным током атмосферного воздуха, служащего для охлаждения. Такой аппарат имеет преимущество в смысле экономии места. Интересны аппараты, предложенные Васковским [5], основанные на распылении кристаллизующегося раствора.

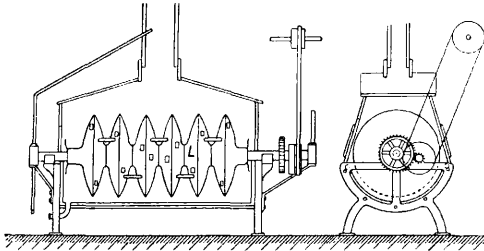
4. Холодные смесители. В тех случаях, когда не стремятся получить кристаллическую массу непременно в крупных кристаллах или когда выделенная мелкокристаллич. масса должна подвергнуться вторичной кристаллизации, удобно применять такие аппараты, в которых одновременно с охлаждением насыщенные растворы подвергаются энергичному перемешиванию, благодаря чему происходит быстрая отдача тепла охлаждающей поверхности. В зависимости от скорости движения жидкости находится величина выпадающих кристаллов. Для того чтобы оседающая на дне и боковых поверхностях кристаллич. масса не стесняла действия мешалки, последняя снабжается в таких аппаратах особыми скребками или металлическими щетками. На фиг. 4 показано внутреннее устройство подобн. аппарата, сконструированного машинной фабрикой E. Passburg в Берлине. Крепкий вал *a*, приводимый в движение с помощью зубчатой передачи, вращается в двух подшипниках *b* и *c*, поме-

ценных сверху и в крышке аппарата. Особая подвесная тарелка защищает жидкость от загрязнения смазочными маслами. Лопасти мешалки  $d$  снабжены щетками  $e$ , очищающими поверхность от нарастающих кристаллов. Между двойными стенками аппарата циркулирует охлаждающая вода. Вместо закрытого охлаждающего кожуха часто устраивают внешнее орошение поверхности и аппарат помещают тогда над сборником стекающей воды. Для той же цели быстрого охлаждения и смешивания применяют аппараты и др. конструкций, наприм. подобные выпарному типа Chenailier (фиг. 5). Через полые линзы  $L$



Фиг. 4.

этого аппарата, которыми производится перемешивание, протекает охлаждающая вода. На фиг. 6 изображена кристаллизационная



Фиг. 5.

установка для приготовления искусственного меда. Сахар растворяют в воде в котле  $a$  с паровым подогревом и раствор пропускают в инверсионный котел  $b$ , где сахар инвертируется с помощью к-ты. По окончании инверсии раствор переводится в кристаллизационные котлы  $c$ , где охлаждается до  $20^\circ$ . После прибавления к охлажденному раствору



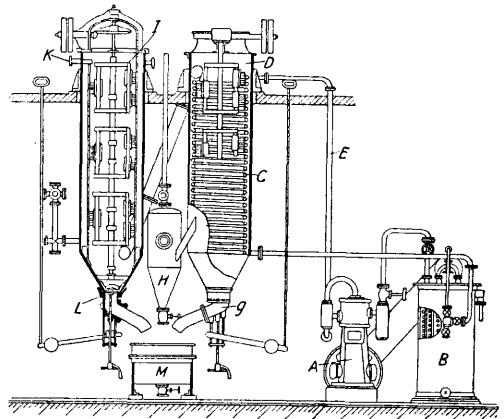
Фиг. 6.

твердого искусственного меда, полученного от предыдущей операции, все тщательно перемешивают; прибавка инвертированного сахара способствует кристаллизации сиропа; готовая кристаллич. кашка поступает в упаковочные машины  $d$ . Подобные, но несколько более сложные установки применяются в очень многих случаях, например при кристаллизации в вакууме тринитрофенола и т. п.

Во многих случаях охлаждения водой бывает недостаточно и приходится применять повторное более сильное охлаждение. На

фиг. 7 показана установка для повторной кристаллизации бертолетовой соли. 3 000 кг щелока с  $t^\circ +20^\circ$  охлаждают здесь до  $-10^\circ$ , чем достигается выпадение еще 200 кг  $KClO_3$ . В компрессоре  $A$  компримируется аммиак до  $8 \text{ atm}$  и затем в змеевиковом конденсаторе  $B$  он сгущается при охлаждении водой до  $15^\circ$ . Жидкий аммиак направляется через регулирующийся вентиль в змеевик  $C$  кристаллизатора  $D$ , в котором испаряется, причем отнимает от щелока тепло в количестве ок. 6 000 Cal в час. Испарившийся газ трубопроводом  $E$  снова направляется в компрессор. Выпадающая в кристаллизаторе масса собирается в конусообразной нижней части аппарата и оттуда через вентиль  $G$  направляется в нучи  $M$ . Для уменьшения большого расхода холода охлажденный в аппарате  $D$  щелок перекачивают через центробежный кристаллизатор  $H$  в холодильную рубашку второго кристаллизатора  $I$ , служащего для предварительного охлаждения первоначального раствора. Последний поступает во второй кристаллизатор сверху через канал  $K$  и течет противотоком относительно охлаждающего рубашку щелока. Темп-ра входящего во второй кристаллизатор охлаждающего щелока изменяется от  $-10$  до  $+5^\circ$ , в то время как  $t^\circ$  поступающего первоначального раствора — от  $+20$  до  $+5^\circ$ . Выпадающая во втором кристаллизаторе кристаллич. масса также направляется через вентиль  $L$  в нучи  $M$ .

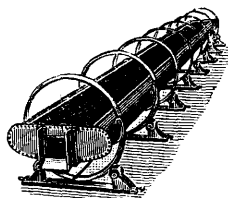
5. Кристаллизация в движении. Примером такого рода кристаллизации может служить операция выпаривания растворителя под вакуумом при  $t^\circ_{\text{кип.}}$ . Здесь растущие кристаллы находятся в непрерывном движении в среде питающего их раствора (см. Сахарное производство). Рассмотрим случай применения этого метода не при кипении, а при охлаждении раствора. Аппаратура, применяемая при этом, довольно разнообразна; аппараты строят как открытые, так и закрытые; иногда применяют вакуум.



Фиг. 7.

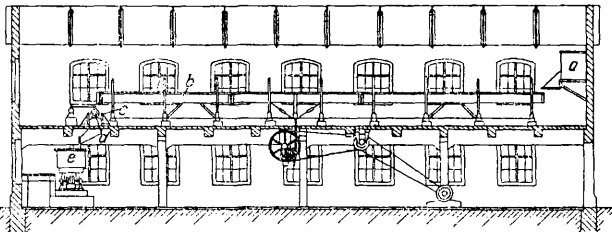
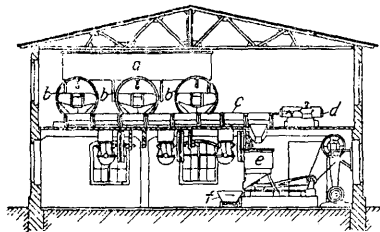
В закрытых цилиндрической формы резервуарах для перемешивания применяют винтовые мешалки или винтовые шнеки. Целеобразная форма открытого аппарата, предложенного Бокком, так наз. кристаллизационная люлька, изображена на фиг. 8. Установка из трех таких аппаратов

показана на фиг. 9. Горячий насыщенный раствор из сборного ящика *a* непрерывно поступает в аппараты—«люльки» *b*. Щелок с кристаллами движется вдоль по качающимся люлькам и готовые кристаллы вместе с маточным раствором поступают в скребковый транспортер *c*, к-рый подает кристаллы в сборный ящик *d*. Из последнего ковшевым прибором *e* кристаллы отделяют от маточного раствора и переносят в вагонетки *f*. Описанный аппарат с успехом применяют для кристаллизации хромата калия, глауберовой соли, соды, гипосульфита натрия,



Фиг. 8.

ем растворителя при постоянной  $t^\circ$ —обычно на водяной бане или под вакуумом—и применяется для веществ, растворимость к-рых не сильно изменяется с  $t^\circ$ . 3) К. при понижении растворимости добавкой постороннего вещества достигается одним из двух путей: а) смещением ионного равновесия в растворе введением избытка одного из ионов (напр. К. при очищении  $\text{NaCl}$  достигается добавлением крепкой  $\text{HCl}$  к насыщенному раствору хлористого натрия), б) изменением природы растворителя (например К. из водных растворов при добавлении к ним спирта). Получению вещества в чистом виде при К. препятствуют следующие обстоятельства: 1) образование смешанных кристаллов, т. е. твердых растворов (в особенности же двух изоморфных



Фиг. 9.

а также фуксина, азотнокислого аммония, медного купороса, лимонной кислоты и т. п. Вообще метод кристаллизации в движении получает все большее распространение в химич. практике.

Лит.: 1) Lunge G., Handbuch d. Sodaindustrie u. ihre Nebenzweige, B. 3, 3. Aufl., p. 116, 596, Brschw., 1909; 2) Г. П. 182299 (1905); 3) Г. П. 112990 (1899); 4) Г. П. 257685 (1913); 5) Г. П. 306173 (1914); Ullm. Enz., B. 7, В.—W., 1919. Н. Масленников.

**КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ**, процесс выделения твердой фазы в виде кристаллов (см.) при затвердевании вещества в жидком состоянии (из расплава) или при выделении растворенного вещества из раствора. К. является одним из важнейших способов получения веществ в чистом виде (разделения компонентов раствора); о К. в технике см. Кристаллизационные аппараты.

Из различных методов К. укажем на три основных. 1) Использование зависимости растворимости от  $t^\circ$ . Растворимость часто сильно возрастает с  $t^\circ$ ; при охлаждении насыщенного раствора выкристалливается некоторое количество вещества, определяемое по кривой растворимости; при этом иногда этот избыток вещества не выкристаллизовывается—раствор остается пересыщенным—до тех пор, пока не будет введена «затравка»—кристаллик того же или изоморфного с ним вещества. К. из пересыщенного раствора используется также для получения желаемой формы кристаллов. Так,  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  кристаллизуется из пересыщенного раствора в виде  $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  введением в качестве затравки кристаллика  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ; чтобы не внести при этом загрязнений, К. возбуждают сначала в отдельной пробе раствора—в пробирке—и затем, выбрав чистый кристаллик  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ , затравляют им общую массу раствора. 2) Изотермическая К. достигается испарени-

ем вещества, что препятствует их разделению), 2) одновременная К. примесей—загрязнений; от нее освобождаются фракционной К., и 3) в кристаллах часто образуются включения маточного раствора, благодаря чему вводятся все остающиеся в нем загрязнения. Многочисленными включениями раствора объясняется непрозрачность кристаллов поваренной соли и их сильная расстреливаемость при нагревании; кроме того между кристалликами всегда задерживается растворитель. Для отделения от загрязняющей жидкости кристаллы измельчают, отмывая на фильтре (отсасывая под уменьшенным давлением) или при помощи центрифугирования. Наиболее надежный способ высушивания кристаллов—сплавление, но оно может применяться лишь для веществ, не содержащих кристаллизационной воды (например  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ).

Скорость К. При К. из переохлажденного расплава или из раствора она происходит с некоторой скоростью  $v$ , зависящей прежде всего от тем-ры процесса. В виду трудностей определения скорости роста каждой данной грани (зависящей от характера грани) определяют обычно суммарную, так наз. линейную скорость К., находимую как скорость перемещения резкой видимой границы кристаллов и жидкой фазы в одном из колен U-образной трубки, причём К. вызывают введением кристаллика-затравки в другое колено. При этом  $v$  для разных веществ и при разных условиях меняется от нескольких мм/м до 500 мм/м и более. С понижением температуры ниже точки плавления,  $\Delta T = T_{\text{пл.}} - T$  (см. фиг.),  $v$ , вначале равная 0, быстро растет, затем остается в некотором  $t^\circ$ -ном интервале постоянной (достигнув наибольшей величины) и при дальнейшем охлаждении нормально убывает с  $t^\circ$ ,

как скорость любого молекулярного процесса. По Тамману, повышение скорости  $K$  при понижении  $t^\circ$ , близкой к  $t^\circ_{на.}$  (при малых  $\Delta T$ ), определяется отводом выделяющейся скрытой теплоты  $K$ . При малых  $\Delta T$  скорость теплоотдачи мала и на

границах образующихся кристаллов  $t^\circ$  равна  $t^\circ_{на.}$ , что и затрудняет  $K$ . Скорость  $K$ , как показали Марк и Фрейндлих, чрезвычайно резко понижается в присутствии посторонних примесей, в особенности примесей поверхностно-активных веществ, адсорбирующихся на гранях с понижением их поверхностного натяжения (см. *Капиллярные явления, Жидкости, Адсорбция*) и тем препятствующих их росту.

Условия  $K$ , кроме скорости  $v$ , определяются еще и скоростью образования центров  $K$ , т. е. числом  $N$  центров  $K$ , образующихся за единицу времени в единице объема; от этих центров начинается  $K$  в жидкости и идет тем быстрее, чем больше  $N$ . Тамман показал, что зависимость  $N$  от  $t^\circ$  (от переохлаждения  $\Delta T$ ) определяется кривой, изображенной на фиг. Относительное положение кривых  $v$  и  $N$  определяет все условия  $K$ . Так, если максимум  $N$  ( $\alpha$ -кривая) лежит в области больших  $v$ , переохлаждение жидкости достигается с трудом; наоборот, тело легко получается в переохлажденном (стекловидном, аморфном) состоянии, если максимум  $N$  ( $\beta$ -кривая) лежит в области более низких темп-р, где  $v$  весьма мала; расстекловывание, т. е.  $K$ , в таких телах происходит очень медленно из-за огромной вязкости. Если значения  $N$  велики ( $\alpha$ -кривая), то тело кристаллизуется в агрегат весьма мелких кристаллов (у многих металлов). При малых  $N$ ,  $K$  распространяется из одного или немногих центров и образует крупнокристаллический агрегат или монокристалл.

Лит.: Обреимов И. В., Состояние вещества, П., 1921; Richards T. W., Kristallisieren, Handb. d. Arbeitsmethoden in d. anorgan. Chemie, hrsg. v. A. Stähler, B. 2, H. 1, p. 378, B., 1919; Tamman G., Kristallisieren u. Schmelzen, Lpz., 1903; Freundlich H., Kapillarchemie, 3 Auflage, Leipzig, 1923; Marc R., Vorlesungen über chemische Gleichgewichtslehre u. ihre Anwendung auf d. Probleme d. Mineralogie, Petrographie u. Geologie, Jena, 1911; «Ztschr. für physikalische Chemie», Leipzig, 1908, B. 61, p. 385, 1909, B. 67, p. 470, B. 68, p. 104, 1910, B. 73, p. 685; Tamman G., Lehrbuch d. Metallographie, 3 Auflage, Leipzig, 1923; Gernez, «CR», 1882, v. 95, p. 1278; Kurnakow N. und Zemczuzny, «Ztschr. für anorg. Chemie», Hamburg-Lpz., 1907, B. 52, p. 186.

**КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА**, см. *Кристаллография*.

**КРИСТАЛЛОГРАФИЯ**, наука, занимающаяся изучением кристаллов. Исторически связана с минералогией и раньше составляла как бы ее часть. С середины 19 в., и особенно за последние 30—40 лет, стала самостоятельной дисциплиной. Впервые классификация кристаллов была дана Гесселем (в 1830 г.) и независимо Гадолином (в 1868 году), который вывел основные 32 класса кристаллов. В дальнейшем, благодаря открытому Федоровым в 1885 г. закону выполнения пространства, стала возможной естественная классификация кристаллов. Этим законом Федоров

в самой общей форме решил вопрос о всех возможных случаях выполнения пространства многогранниками. Такое выполнение возможно четырьмя способами: кубами (трипараллелоэдрами) кубооктаэдрами (гептапараллелоэдрами), додекаэдрами (гексапараллелоэдрами) и призмами (тетрапараллелоэдрами), а также деформированием этих основных многогранников-параллелоэдров. Когда была решена эта задача, явилась возможность применить чисто математические положения к кристаллам. Если мыслить кристалл состоящим из многогранников, то мы должны представить, что он может быть составлен из додекаэдров, кубов, октаэдров, призм и их деформаций.

Кристаллы м. б. четырех родов (четыре структуры): кубической, додекаэдрической, октаэдрической и тригматической. В свою очередь эти структуры делятся на два типа: кубической и гипогексагональной. Кристаллы, обладающие призмат. структурой, относятся к гипогексагональному типу, а кристаллы других структур—к кубич. типу (основание такого разделения служит расположение элементов симметрии, а следовательно и пространственное расположение граней). Различие структур в кристаллах кубич. типа определяется плотностью граней (порядком наибольшего постоянства граней). Кубические кристаллы делятся на тетрагоналоидные (кубическая, квадратная, ромбическая, моноклиная и триклиная сингонии) и тригоналоидные (тригональная, моноклиная и триклиная сингонии). Гипогексагональные кристаллы обнимают все гексагоналоидные кристаллы (гексагональная, ромбическая, моноклиная и триклиная сингонии).

Понятие «класс» теперь играет совершенно другую роль: кристаллы моноклинные, триклинные и т. д. могут быть различных структур. И не эти классы определяют место кристалла в естественной классификации. Все классы должны теперь производиться деформированием основных параллелоэдров. Напр., если возьмем куб и будем его растягивать по четверной оси, то получим квадратную сингонию; если же куб деформируем в одной плоскости, будем иметь моноклиную сингонию, и т. д.

$K$  делится на геометрическую, физическую и химическую.

Геометрическая  $K$  занимается изучением внешней формы и внутреннего строения кристалла, а также тех законов, которым эта форма подчиняется. Ее можно разделить на теоретическую и экспериментальную. Обе вместе они обнимают учение о структуре, получившее в самое последнее время исключительное практич. значение. Это объясняется тем, что многие материалы—строительные и технич. камни, металлы—представляют собой б. или м. правильно построенные агрегаты кристаллов весьма разнообразной величины, от довольно крупных до субмикроскопических. Знание свойств отдельных составляющих их величин, взаимного расположения и связи между собой чрезвычайно важно для определения технич. свойств материала. Геометрич.  $K$  имеет свою методику,



довольно разнообразную и доведенную до высокой степени точности. Она заключается в технике выращивания, измерения и вычисления кристаллов, а также и в довольно сложной работе структурного исследования. Искусственное выращивание кристаллов проводится либо в обычных кристаллизаторах либо в термостатах. Особый случай представляет получение больших металлич. монокристаллов, для чего применяются частотные электрич. печи.

Учение о симметрии и формах кристаллов. Кристаллы имеют форму симметричных многогранников, к-рые в зависимости от элементов симметрии—плоскостей симметрии, поворотных и зеркально поворотных осей симметрии, в них присутствующих, делятся на 32 вида симметрии. Плоскостью симметрии называется плоскость, делящая многогранник на тождественно равные части. Поворотной осью называется прямая, поворотом вокруг которой тело совмещается со своим начальн. положением в пространстве. В зависимости от числа совмещений кристалла со своим начальным положением при обороте вокруг оси на  $360^\circ$  различают поворотные оси двойные, тройные, четверные и шестерные. Зеркально поворотной осью называется такая ось, вокруг к-рой надо повернуть фигуру, а затем отразить в плоскости, к ней перпендикулярной, чтобы фигура совместилась со своим начальным положением. 32 вида симметрии в свою очередь группируются в 6 сингоний (систем): триклинную, моноклинную, ромбическую, тетрагональную, гексагональную и кубическую (см. фиг.).

1) Триклинная сингония имеет 2 вида симметрии. Простые формы (многогранники, у к-рых все грани выводятся из одной заданной при помощи элементов симметрии этих многогранников), в ней встречающиеся: моноэдр 1 и пинакоид 2. Кристаллы триклин. сингонии представляют собой комбинацию (многогранники, у к-рых не все грани выводятся из одной заданной) этих простых форм. Пример—кристалл медного купороса 3, представляющий комбинацию 6 пинакоидов. 2) Моноклинная сингония имеет 3 вида симметрии; простые формы, в ней наблюдаемые: моноэдр, пинакоид, диэдр 4 и ромбич. призма 5. Кристалл гипса 6 представляет комбинацию пинакоида *в* и двух призм *а* и *б*. 3) Ромбическая сингония имеет 3 вида симметрии; простые формы ее: моноэдр, пинакоид, диэдр, ромбическая призма, ромбич. пирамида 7, ромбич. дипирамида 8, ромбич. тетраэдр 9. Кристалл опсомиа 10 иллюстрирует комбинацию ромбического тетраэдра *а*, ромбич. призм *б* и пинакоида *в*. В этих трех сингониях нет осей симметрии выше двойной поворотной. 4) Тетрагональная сингония имеет 12 видов симметрии, в к-рых всегда присутствует одна четверная поворотная или зеркально поворотная ось кроме двойных и плоскостей симметрии. Простые формы ее: моноэдр, пинакоид, тетрагональный тетраэдр 11, тетрагональная призма 12, тетрагональная пирамида 13, тетрагональная дипирамида 14, дитетрагональная пирамида 15, дитетрагональная призма 16, дитетрагональная дипирамида 17, тетрагональный трапецоэдр 18, тетрагональный скаленоэдр 19. Кристалл оловянного камня 20 образован тетрагональной дипирамидой *а* и двумя тетрагональными призмами *б* и *в*. 5) Гексагональная сингония имеет 12 видов симметрии; характерно для нее присутствие одной тройной или одной шестерной поворотной или зеркально поворотной оси симметрии кроме двойных и плоскостей симметрии. Простые формы ее: моноэдр, пинакоид, тригональная пирамида 21, тригональная призма 22, тригональная дипирамида 23, дитригональная пирамида 24, дитригональная призма 25, дитригональная дипирамида 26, тригональный трапецоэдр 27, ромбоэдр 28, дитригональный скаленоэдр 29, гексагональная пирамида 30, гексагональная призма 31, гексагональная дипирамида 32, дигексагональная пирамида 33, дигексагональная призма 34, дигексагональная дипи-

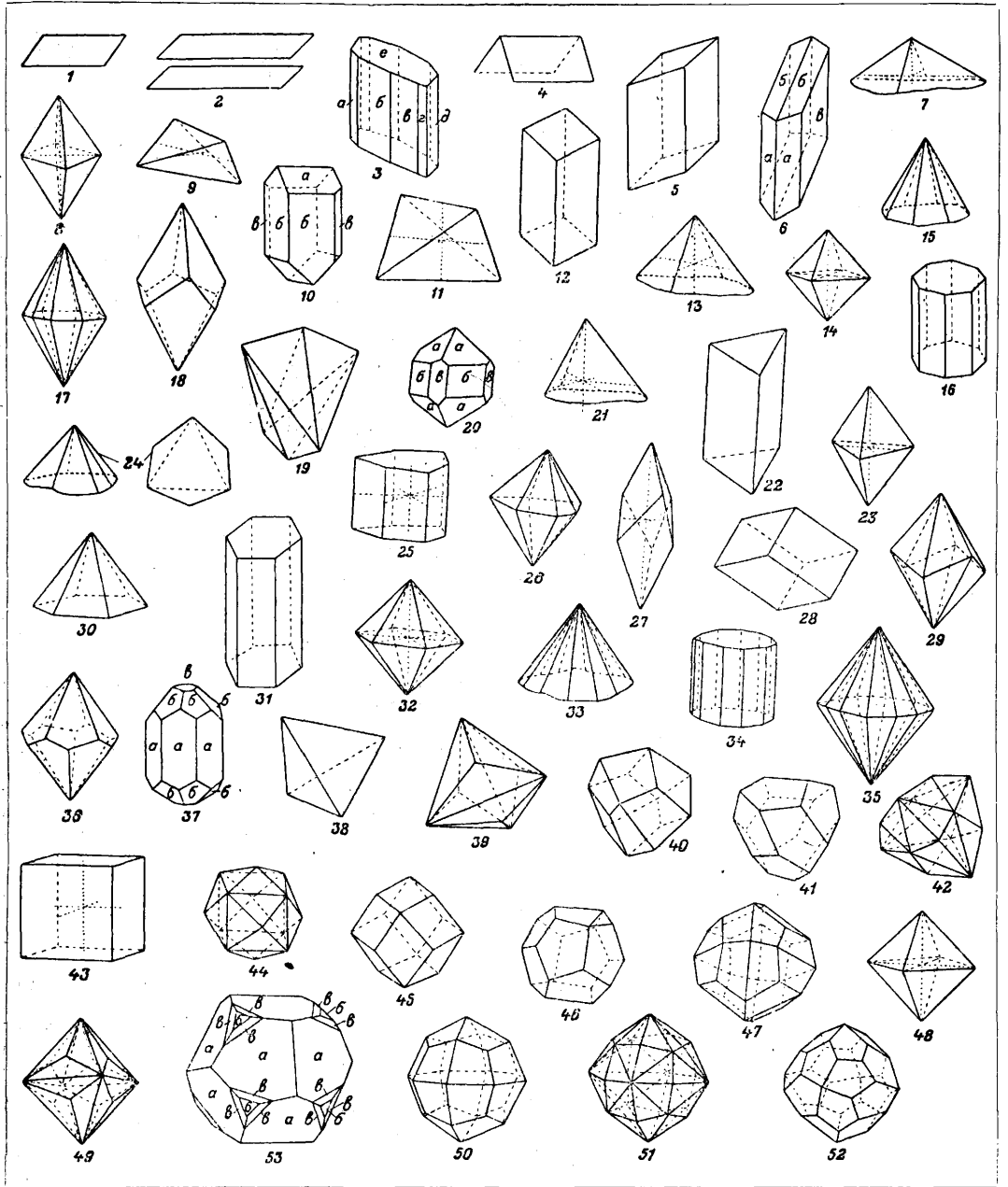
рамида 35, гексагональный трапецоэдр 36. Кристалл берилла 37—комбинация призм *а*, дипирамиды *б* и пинакоида *в*. 6) Кубическая сингония имеет 5 видов симметрии, причем в каждом из них больше одной тройной или четверной оси кроме двойных и плоскостей симметрии. Простые формы ее: тетраэдр 38, тригонтриэдр 39, тетрагонтриэдр 40, пентагонтриэдр 41, гексатетраэдр 42, гексаэдр 43, тетрагексаэдр 44, ромбододекаэдр 45, пентагональный додекаэдр 46, дидодекаэдр 47, октаэдр 48, тригонтриоктаэдр 49, тетрагонтриоктаэдр 50, гексоктаэдр 51, пентагонтриоктаэдр 52. Кристалл шприта 53—комбинация пентагондодекаэдра *а*, октаэдра *б* и додекаэдра *в*. Всего простых форм в К. 47.

Измерение ведется обычно на особых приборах—гонометрах. Для точных работ применяются т. н. отражательные гониометры, основанные на следующем принципе. На кристалл падает параллельный пучок лучей и отражается от одной из его граней в трубу, установленную на бесконечность; положение кристалла, к-рый при этом помещен на особом вращающемся столике с лимбом, отмечается на нониусах. Поворотом столика на место первой грани приводится другая; положение ее также отмечается на нониусах и разница в отсчетах даст угол между нормальными к обеим граням. Построенные по этому типу приборы называются однокружными; они обыкновенно дают точность до  $1'$  или  $30''$ . Есть и специальные гониометры, предназначенные для исключительно точных работ, напр. для измерения изменений углов в зависимости от температуры, которые дают точность до  $2''$ . Измерение на однокружных гониометрах дает весьма точные результаты, но оно весьма кропотливо, так как требует неоднократной переключки кристалла. Кроме того эти результаты гораздо труднее поддаются вычислительной обработке, чем при другом, т. наз. теодолитном, методе. Этот последний с каждым годом приобретает все большее и большее распространение. В теодолитном гониометре имеются не один, а два круга с делениями. Путем такого же отражения, как на однокружном гониометре, отмечают положение каждой грани кристалла при помощи двух ферроч. координат—долготы и полярного расстояния. Теодолитные гониометры существуют различных систем и разной степени точности. Лучшими моделями можно считать гониометры Гольдшмита и Федорова. Для грубых измерений служат прикладные гониометры, дающие точность не выше  $1/2^\circ$ . Они применяются для больших объектов, в несколько см величиной, к-рые не могут быть измерены на отражательных гониометрах.

Результаты измерения подвергаются вычислительной обработке, имеющей целью дать геометрические константы решетки исследуемого вещества, т. е. осевые углы, осевые единицы и символы найденных на кристаллах форм. Вычисление сопровождается черчением проекции, к-рая суммирует наблюдение над отдельными кристаллами и, устраняя все случайные факторы, дает представление об идеальном развитии наблюдаемой комбинации. Из весьма многочисленных видов проекции в К. применяются гл. обр. стереографическая, гномоническая и ортогональная. Вычисление можно вести либо пользуясь формулами сферической тригонометрии либо графически. В первом случае получаются совершенно точные величины, но

вычисления отнимают много времени. Графич. метод хорош исключительной быстротой, конечно в ущерб точности. Он бывает

динааты атомов различных элементов, входящих в состав исследуемого вещества. Это дает возможность точно установить его решет-



особенно прост и нагляден, если применять сетки и (стереографич. или гномонические). Наиболее рационально построенной является сетка проф. Вульфа, имеющая  $\varnothing 20 \text{ см}$  и позволяющая работать с точностью до  $15'$ .

Гониометрич. исследование дополняется и исследованием структуры, к-рое м. б. проведено лишь при помощи рентгеновских лучей (см. Кристалл). Соединенным исследованием по методам Лауэ, Дебая-Шеррера и снимками с вращающегося кристалла можно определить пространственные коор-

ку и построить структурную модель. Результаты не всегда получаются в виде однозначного решения; это зависит от большей или меньшей сложности химического состава и от пространственной группы, к которой м. б. отнесено вещество.

Физическ. К. занимается изучением оптич., термич., электрич. и магнитных свойств кристаллов. Наиболее разработанной главой ее является кристаллооптика, имеющая широкое практическ. применение при исследовании минералов и горных пород. Это ис-

следование ведется при помощи специально для этой цели построенного поляризационного микроскопа. В настоящее время это весьма совершенный измерительный прибор, дающий возможность определить все важнейшие оптич. константы исследуемого кристалла (см. *Поляризационные приборы*). Для более точного определения показателей преломления служат *рефрактометры* (см.), где измерение основано на принципе полного внутреннего отражения. Еще более точные результаты дает хороший однокружной гониометр; применение его однако ограничивается тем, что объект должен иметь хорошие естественные или искусственные отшлифованные грани, составляющие призму с углом ок. 60° и ребро к-рой точно ориентировано. Изготовление таких ориентированных призм и шлифов составляет важную часть кристаллографии. методики и имеет большое технич. значение (поляризационные приборы; сахариметры; оптич. пирометры, кварцевые спектрографы и др.). Из других упомянутых физич. свойств технически важны электрич. свойства кристаллов. Эти свойства выражаются в том, что нек-рые кристаллы при нагревании и, обратно, при охлаждении электризуются (пироэлектричество). Из них диэлектрики могут чрезвычайно долго удерживать на своей поверхности заряд. Аналогичное явление происходит и при сдвигании или растягивании кристалла (пьезоэлектрич. явления). Обратный эффект заключается в том, что внесенный в электрич. поле кристалл претерпевает деформацию—сжимается или расширяется. Эти свойства кристаллов в последнее время широко используются в радиотехнике, где в качестве пьезокристаллов применяются гл. обр. кварцы. Механические свойства кристаллов. Спайность, или способность кристалла колоться по определенным плоскостям, различают трех степеней: спайность в е с ь м а с о в е р ш е н н у ю, напр. кристалл слюды делится на тончайшие листки; с о в е р ш е н н у ю, напр. кристалл кальцита при ударе распадается на кусочки—ромбэдрь с плоскими гранями; н е с о в е р ш е н н у ю—при ударе получается излом, ровных плоскостей нет. Твердость кристаллов различных веществ различна. Наиболее просто определять твердость при помощи шкалы Моса, содержащей 10 эталонов твердости. За эталоны приняты: тальк (тв. 1), гипс (тв. 2), кальцит (тв. 3), флюорит (тв. 4), апатит (тв. 5), ортоклаз (тв. 6), кварц (тв. 7), топаз (тв. 8), корунд (тв. 9) и алмаз (тв. 10). Механич. сдвиги происходят в кристаллах под влиянием одностороннего давления. Напр. при ковке, прокатке, вальцовке металлов мелкие кристаллы их располагаются так, что свойственные им плоскости скольжения идут параллельно плоскостиковки и т. д. Из тепловых свойств кристаллов упомянем теплопроводность и способность кристаллов расширяться от нагревания. Опытным путем установлено, что: 1) теплопроводность кристаллов по плоскостям спайности больше, чем по направлениям, к ним перпендикулярным, и 2) кристаллы по разным направлениям имеют разные коэффициенты расширения.

Химическая К. занимается изучением связи между внешней формой кристалла и его химич. составом. Сюда относятся явления полиморфизма, изоморфизма, изучение количественного распределения всех исследованных до сих пор кристаллических веществ по системам и пр. Одной из интереснейших и практически важных глав химич. К. является кристаллохимический анализ. Этот метод, созданный Федоровым, имеет целью заменить химич. анализ гораздо более быстрым кристаллографич. исследованием. Метод этот имеет конечно свои недостатки, заключающиеся главн. образ. в невозможности определять кристаллы, принадлежащие к кубической системе, и в нек-рой трудности усвоения метода. В последние годы проф. А. К. Болдыревым (Ленинград) сделана интересная попытка упростить метод Федорова и сделать его доступным каждому рядовому химику.

*Лит.:* Геометрическая К.: Артемьев Д. Н., Кристаллография, ч. 1—4, Берлин, 1923; Вульф Г. В., Основы кристаллографии, М.—Л., 1926.—Физическая К.: Грот П., Физич. кристаллография и введение к изучению кристаллографических свойств важнейших соединений, перевод с немецкого, СПб, 1897; Иоффе А. Ф., Физика кристаллов, М.—Л., 1929; Белянкин Д. С., Кристаллооптика, Л., 1928; Voigt W., Lehrbuch d. Kristallphysik, Leipzig, 1928; Pockels F., Lehrbuch d. Kristallographie, Leipzig, 1906.—Химическая К.: Федоров Е. С., Кристаллохимический анализ на примерах, «Новые идеи в химии», СПб, 1914, сборн. 5; Groth P., Elemente d. physik. u. chem. Kristallographie, Leipzig, 1906—1919; Fedoroff W. E., Das Kristallreich, «Записки Российской академии наук», т. 36, серия 8, II., 1920.—Методика исследования (измерение и вычисление): Tutton A. E., Crystallography a. Practical Crystal Measurement, 2 ed., v. 1—2, London, 1922; Barker T. V., Graphical a. Tabular Methods in Crystallography as the Foundation of a New System of Practice, L., 1922; Gossner B., Kristallberechnung u. Zeichnung, Lpz., 1914.—Рентгенометрия и исследование структуры: Niggli P., Kristallographische u. strukturtheoretische Grundbegriffe, Leipzig, 1928; Glocker R., Materialprüfung in Röntgenstrahlen, B., 1927; Schleede A. u. Schneider E., Röntgenspectroscopie u. Kristallostrukturanalyse, B. 1—2, Lpz., 1928; Ott H., Strukturbestimmung mit Röntgeninterferenzen, Leipzig, 1928; Herzfeld K., Gittertheorie d. festen Körper, Lpz., 1928.—Исторический обзор развития К.: Вернадский В. И., Основы кристаллографии, ч. 1, вып. 1, СПб, 1903; Ваумхауер Н., Die neue Entwicklung d. Kristallographie, Bschw., 1905. **Е. Флинт.**

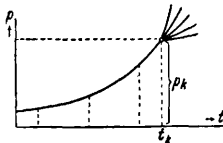
**КРИТИЧЕСКИЕ ТОЧКИ** в металлургии, температуры, при которых происходят задержки или изменения скорости процесса охлаждения или нагревания металлов и их сплавов. Каждая К. т. соответствует какому-нибудь превращению вещества, идущему с тепловым эффектом, нарушающим правильный ход охлаждения. Иногда превращения (псевдоточечные) совершаются при одной определенной темп-ре—в этом случае получается одна К. т. (задержка охлаждения). Иногда же превращения (двипериодные, моновариантные) происходят в нек-ром температурном интервале—тогда получаются две или несколько критических точек (изменения скорости охлаждения).

Сообразно с характером превращений все К. т. можно разделить на следующие группы. 1) Агрегатные К. т. соответствуют переходу вещества из жидкого состояния в твердое; например точки застывания чистых металлов, начала и конца застывания сплавов, эвтектические и перитектические точки. 2) Аллотропические К. т. отвеча-

ют переходу вещества из одного аллотропического состояния в другое. К этой группе относятся например К. т. в железе (см. Железо) —  $A_{r_4}$ ,  $A_{r_3}$  и  $A_{r_2}$ , отвечающие превращениям  $\delta\text{-Fe} \rightarrow \gamma\text{-Fe}$ ,  $\gamma\text{-Fe} \rightarrow \beta\text{-Fe}$  и  $\beta\text{-Fe} \rightarrow \alpha\text{-Fe}$ . 3) Концентрационные К. т. соответствуют изменениям концентрации твердых растворов и распадом их на свои составные части. Сюда относятся например  $A_{cm}$  — точка железоуглеродных сплавов, отвечающая выделению цемента, а также и эвтектидная точка  $A_{r_1}$ , сопровождающаяся образованием перлита. Особенно много этих К. т. в медных сплавах: Cu-Sn, Cu-Zn, Cu-Al и других, богатых твердыми растворами. 4) Магнитные К. т. соответствуют изменению магнитных свойств, совершающемуся также или при одной определенной  $t^\circ$  или в некотором интервале темп-р. Эти К. т. свойственны исключительно ферромагнитным металлам и сплавам (Fe, Ni, Co,  $\text{Fe}_3\text{C}$ , сплавы Гейслера).

К. т. соответствуют глубоким изменениям всех свойств вещества, поэтому знание их весьма важно, особенно при металлографич. изучении металлич. сплавов. На основании экспериментально получаемых К. т. строят диаграммы плавкости и превращений, дающие наиболее общую характеристику сплавов. См. *Металлография*. **М. Окнов.**

**КРИТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ** происходят при переходе двух сосуществующих фаз (однородных частей) системы веществ в одну фазу; при этом исчезает поверхность раздела, отделяющая фазу 1 от фазы 2, и гетерогенная (двухфазная) система становится физически гомогенной. Критическая точка, определяющая этот переход, характеризуется прежде всего критической температурой. При этой  $t^\circ$  полярности обеих соприкасающихся фаз (см. *Жидкости, Капиллярные явления, Полярность*) сравниваются и поверхностное натяжение  $\sigma_{1,2}$  на границе между ними обращается в 0. Менделеев (1861 г.) назвал  $t^\circ_{крит.}$  для случая жидкости и ее насыщенного пара температурой абсолютного кипения. Это — та наивысшая  $t^\circ$ , при которой может существовать еще жидкая фаза. При  $t^\circ \geq t^\circ_{крит.}$  может существовать только пар. Кроме  $t^\circ_{крит.}$  К. я. характеризуются еще критич. давлением  $p_k$  и критич. объемом  $v_k$  — объемом, занимаемым 1 г (удельн. критич. объем) или 1 г-молекулой (молярный критич. объем) тела в критическом состоянии ( $t_k$ ,  $p_k$ , см. *Критическое состояние*).  $p_k$  есть наивысшее значение давления  $p_s$  насыщен. пара (см.) данной жидкости, соответствующее  $t^\circ_{крит.}$  (фиг.), т. е. последней наивысшей точке кривой испарения  $p_s = f(t)$ . При  $t^\circ < t^\circ_{крит.}$   $p_s$  зависит только от  $t^\circ$ , а не от взятого количества жидкости  $m$ . При  $t^\circ > t^\circ_{крит.}$  давление пара, ставшего ненасыщенным, зависит для данной  $t^\circ$  и от  $m$ , и кривые, полученные для разных  $m$ , совпадают до критическ. точки, а при  $t^\circ > t^\circ_{крит.}$  расходятся веерообразно. На этом основан способ Кальете и Коллардо (Caillet



et Collardeau) для определения  $t^\circ_{крит.}$  и  $p_k$ . С приближением  $t^\circ$  к  $t^\circ_{крит.}$  разность удельн. объемов сосуществующих пара и жидкости ( $v_2 - v_1$ ) стремится к 0, т. е. прямолинейная часть реальной изотермы  $p = f(v)_t$  (см. Газ) уменьшается до 0 при переходе от ниже лежащих изотерм к критической изотерме  $t^\circ = t^\circ_{крит.}$ , на к-рой и обращается в точку (Эндрьюс, 1869 г.). Т. о. критич. точка, точка перегиба на критич. изотерме, в к-рой касательная к кривой параллельна оси  $v$ , определяется условиями:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial v^2} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial p}{\partial v} = 0. \quad (2)$$

Отсюда термодинамически скрытая теплота испарения жидкости  $Q = T \frac{dp}{dT} (v_2 - v_1)$ , как и внутренняя  $q_i = Q - p(v_2 - v_1)$ , обращаются в 0 при  $t^\circ = t^\circ_{крит.}$  (Авенариус); при этом  $q_i \rightarrow 0$ ,  $\frac{dq_i}{dT} \rightarrow \infty$ .

Приняв ур-ие Ван-дер-Ваальса (см. Газ), легко выразить из условий (1) и (2) критич. величины через константы  $a$ ,  $b$  и  $R$ :

$$v_k = 3b; \quad T_k = \frac{8a}{27bR}; \quad p_k = \frac{1a}{27b^2}. \quad (3)$$

Обратно, определив из опытов  $T_k$ ,  $p_k$ , можно по (3) найти константы  $a$ ,  $b$ . Величины  $\frac{v}{v_k} = \omega$ ,  $\frac{p}{p_k} = \pi$ ,  $\frac{T}{T_k} = \theta$  называются приведенными величинами. Если ур-ие состояния заключает только 3 константы, то приведенное ур-ие, связывающее  $\omega$ ,  $\pi$  и  $\theta$ , не будет содержать никаких постоянных кроме числовых (см. Газ). Отсюда следует напр., что для всех веществ  $s = \frac{RT_{крит.}}{p_k v_k} = \frac{8}{3} = 2,67$  д. б.

одинаковым;  $s$  называется критическим коэффициентом; в действительности он изменяется для нормальных (неассоциированных) жидкостей (см.) от 3,6 до 4, для ассоциированных же  $s > 4$  (до 5). Так как в критич. точке  $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p = \infty$ , то критический объем (плотность) не может быть определен со сколько-нибудь значительной точностью; поэтому  $v_k$  определяют графически по закону прямолинейного диаметра Кальете и Матиа. Нанося в диаграмме ( $T$ ,  $d$ ) плотности сосуществующих жидкости  $d_1$  и ее насыщенного пара  $d_2$  (ортобарич. плотности), найдем, что точки со средними ординатами  $\frac{d_1 + d_2}{2}$  расположены по прямой, к-рая своим пересечением с кривой ( $d$ ,  $T$ ) определяет критич. плотность. Вблизи  $t^\circ_{крит.}$  мениск, отделяющий жидкость, заключенную в трубку, от ее насыщенного пара или от 2-й жидкой фазы, исчезает, становясь плоским: избирательное смачивание стенки  $B = \cos \theta$  (где  $\theta$  — краевой угол мениска со стенкой трубки) обращается в 0; кроме того вблизи критич. точки появляется характерная опалесценция (критич. муть); все это и позволяет определять  $t^\circ_{крит.}$  оптич. методами. Так как  $t^\circ_{крит.}$  смешения двух фаз (напр. двух жидкостей) определяется тем, что поверхностное натяжение на разделе между ними обращается в 0 и они становятся взаимно безгранично раство-

римыми, то вещества, понижающие поверхностное натяжение (поверхностно-активные вещества, см. *Капиллярные явления*), резко понижают  $t_{крит.}$ , увеличивая взаимную растворимость обеих фаз. В таблице приведены

Критические величины для некоторых веществ.

Вещества	$T^{\circ}_{крит.}$	$v_{крит.}$ в см <sup>3</sup> /мол	$p_{крит.}$ в атм
Гелий . . . . .	5,2	60	2,3
Водород . . . . .	33,1	60	12,8
Неон . . . . .	44,75	44,3	26,9
Азот . . . . .	126	84	33,5
Воздух . . . . .	132,5	83	37,2
Аргон . . . . .	149,7	78	48
Кислород . . . . .	155	73,6	49,7
Углекислый газ . . . . .	304	100	72,9
Этиловый эфир . . . . .	466,5	285	36

критические величины для некоторых веществ. При смешении двух жидкостей в некоторых случаях кроме верхней  $t^{\circ}_{крит.}$  наблюдаются еще и нижнюю критич. точку; при  $t^{\circ}$ , лежащих между ними, смесь расслаивается на две фазы; вне этой области система гомогенна.

Лит.: Van der Waals J. D., *Over de Continuïteit van de Gas en Vloeistoftoestand*, Leiden, 1873; van Laar J. J., *Zustandsgleichung von Gasen und Flüssigkeiten*, Lpz., 1924; Kammerlingh-Onnes H. u. Keesom W., *Die Zustandsgleichung*, Enzyklop. d. mathem. Wissenschaften, B. 5, T. 1, H. 5, Leipzig, 1912; Van der Waals J. D., *Lehrbuch d. Thermodynamik*, 2 Aufl., Leipzig, 1928; Van der Waals J. D., *Zustand d. gasförmigen u. flüssigen Körper*, Handbuch d. Physik, hrsg. v. H. Geiger u. K. Scheel, B. 10, p. 126, Berlin, 1926; Matthias E., *Le point critique des corps purs*, Paris, 1904; Joung S., «Philosophical Magazine», London, 1900, series 5, v. 50, p. 291. П. Ребиндер.

**КРИТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ**, состояние двухфазн. (замкнутой) системы веществ, при котором малое повышение  $t^{\circ}$  в системе вызывает исчезновение различия между фазами.

Однокомпонентная система с фазами: жидкость и пар. При нагревании жидкости в закрытой трубке в зависимости от отношения объемов жидкости и сосуда возможны три случая: 1) вся жидкость превращается в пар, 2) вся трубка заполняется жидкостью, 3) при определенной критической темп-ре ( $T^{\circ}_{крит.} = t^{\circ}_{крит.} + 273,2$ ) мениск, т. е. поверхность раздела фаз, исчезает; этой темп-ре отвечают определенные критич. давления  $p_{крит.}$  и критич. уд. объем  $v_{крит.}$  (см. *Критические явления*); система находится при этом в К. с. При  $t^{\circ} > t^{\circ}_{крит.}$  система находится в газообразном состоянии и никаким давлением не м. б. превращена в жидкость. Теоретически К. с. может наступить при строго определенном количестве вещества в трубке, определяемом критич. уд. объемом  $v_{крит.}$ ; практически К. с. наблюдается и при значительных отклонениях объема трубки от того, к-рый отвечал бы критич. объему, причем если объем трубки меньше критического, то исчезновение мениска происходит выше середины трубки, и обратно. Объясняется это явление действием силы тяжести на систему в К. с. На изотерме, отвечающей  $t^{\circ}_{крит.}$  (фиг. 1) в крит. точке ( $p = p_{крит.}$  и  $v = v_{крит.}$ ), касательная к изотерме параллельна оси абсцисс ( $\frac{\partial p}{\partial v} T_{крит.} = 0$ ); на этом отрезке изотермы сжимаемость си-

стемы ( $\frac{\partial p}{\partial v} T_{крит.}$ ) огромна, вследствие чего под влиянием силы тяжести критическое состояние может наступить на определенной высоте, между тем как выше этого места плотность заметно меньше, а ниже — заметно больше критич. плотности. Очевидно, что опытное осуществление К. с. возможно только благодаря силе тяжести.

Если нагревание трубки производить без перемешивания ее содержимого, то в месте исчезновения мениска наблюдается ненормальность в преломлении света, сохраняющаяся и при  $t^{\circ}$  на несколько градусов выше, чем  $t^{\circ}_{крит.}$ ; при понижении  $t^{\circ}$  до начала конденсации образуется туман в том месте, где раньше был мениск; носовенными и прямыми опытами доказано, что после исчезновения мениска в однородной на вид системе плотность вещества там, где была раньше жидкость, значительно больше, чем там, где был пар; это различие не зависит от силы тяжести, так как наблюдается и в U-образной трубке. Эти ненормальности с течением времени сглаживаются, но полностью не исчезают; очевидно, что момент исчезновения мениска не отвечает устойчивому К. с., которое наступает или по истечении длительного времени или при помешивании системы; отметим, что, чем чище вещество (отсутствие примеси постоянных газов), тем менее резко выражены эти ненормальности, однако полностью объяснить эти явления примесями едва ли возможно. В случае равновесного К. с. при  $t^{\circ}$  немногим выше  $t^{\circ}_{крит.}$  наблюдается голубая, а при охлаждении белая опалесценция. Смолюховский показал, что это явление объясняется неоднородностью газа, т. е. флуктуациями (колебаниями) его плотности в критической области.

В К. с. системы жидкость—пар: 1)  $\left(\frac{\partial p}{\partial t}\right)_v$  — конечна, 2)  $(v_2 - v_1) = \Delta v = 0$ ; 3) полная и внутренняя скрытые теплоты испарения равны 0, т. е. теплота перехода из жидкого в парообразное состояние равна нулю и не только объемы, но также и энергия жидкости и пара равны. При  $t^{\circ}_{крит.}$  поверхностное натяжение  $\sigma$  жидкости обращается в нуль (Д. И. Менделеев).

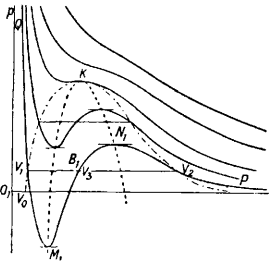
Возможность существования перегретой жидкости и переохлажденного пара привела Джермса Томсона к мысли о теоретич. неперывности изотермы системы жидкость—пар; простейшее выражение эта мысль нашла в теории, и в частности в ур-ии Ван-дер-Ваальса:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT,$$

где  $a$  и  $b$  — индивидуальные постоянные вещества и  $R$  — газовая постоянная. На фиг. 1 изображены: практическая изотерма  $QV_1V_2P$  ( $QV_1$  — ветвь жидкости,  $V_2P$  — ветвь пара,  $V_1V_2$  — разрыв сплошности) и теоретич. изотерма  $QV_1M_1B_1N_1V_2P$ , где ветвь  $V_1M_1$  отвечает метастабильному состоянию жидкости (перегретая жидкость), ветвь  $V_2N_1$  — такому же состоянию пара (переохлажденный пар), ветвь  $M_1B_1N_1$  — лабильному (нерализуемому) состоянию системы. Каждой  $t^{\circ}$  отвечают три уд. объема:  $v_1$  — жидкости,  $v_2$  — пара и  $v_3$  — лабильного состояния. При повышении  $t^{\circ}$  разрыв сплошности уменьшается и в критической точке сходит на нет; здесь все три уд. объема сливаются.

К. с. характеризуется строго определенными значениями  $t^{\circ}$  и давления; следовательно с точки зрения правила фаз такое состояние является нонвариантным, к-рое требует в однокомпонентной системе наличия трех фаз; здесь мы имеем предельный случай слияния трех фаз: жидкой, лабильной и парообразной; экспериментально лабильное состояние системы жидкость —

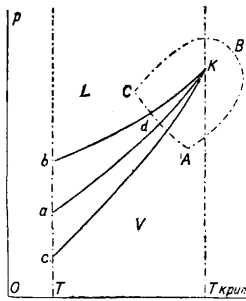
пар реализуется только в К. с. Факт существования К. с. как инвариантного доказывает правильность концепции о теоретич. непрерывности изотермы системы жидкость—пар. С термодинамич. точки зрения вся ветвь  $QM_1$  (фиг. 1) отвечает устойчиво-



Фиг. 1.

му площадь  $V_1M_1V_3$  равна площади  $V_3N_1V_2$ . Геометрическое место точек, аналогичных точкам  $V_1$  и  $V_2$ , — кривая  $V_0KV_2$ —носит наименование граничной, или бинадальной кривой (бинодаль). Точки, аналогичные  $M_1$  и  $N_1$ , в которых  $(\frac{\partial p}{\partial v})_T = 0$ , являются границами устойчивого и неустойчивого состояния системы; геометрическое место их—кривая  $M_1KN_1$ —для однокомпонентных систем является спинопальной кривой (спинопаль). Бинодаль и спинопаль соприкасаются в критич. точке.

Непрерывный переход от жидкого к паро-(газо-)образному состоянию возможен не только теоретически по изотерме, но и опытным путем—путем обхода вокруг критич. точки: нагреваем пар в точке  $P$  при постоянном объеме; при  $t^\circ$  выше критической уменьшаем объем при давлениях, больших чем  $p_{крит.}$ ; придем в точку  $Q$ , где система находится в жидком состоянии; на этом пути от пара к жидкости нет разрывов сплошности в свойствах системы. Еще рельефнее это явление сказывается на диаграмме температура—давление (фиг. 2). Здесь  $aK$ —кривая упругости пара данной жидкости (устойчивое стабильное равновесие жидкости и пара),  $bK$ —граничная кривая метастабильности пара,  $cK$ —то же жидкости. В области  $V$  существует только пар, в области  $L$ —только жидкость. Выше  $T_{крит.}$  состояние системы—газообразное. Кривые оканчиваются в критическ. точке  $K$ ; с математич. точки зрения точка  $K$  есть особая точка, что вызывает ряд особенностей в свойствах ф-ий от  $p$  и  $T$ , например многозначность термодинамической ф-ии  $\zeta$  в области  $bKc$ . На фиг. 2 показаны два опытных перехода от пара к жидкости: прерывный  $AC$  и непрерывный  $ABC$ .

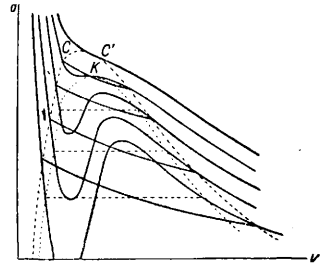


Фиг. 2.

Однокомпонентная система с твердой (кристаллической) и жидкой фазами. По вопросу о существовании К. с. такой системы

мнения расходятся. Пойнтинг, Планк, Оствальд, Ван-Лаар высказываются за существование такого состояния в области очень высоких температур и давлений; Тамман и его школа—против. Тамман дал теорию максимума, согласно к-рой кривые взаимного превращения твердой и жидкой фаз должны быть замкнутыми кривыми, следовательно кривая плавления должна проходить через максимум. Опытные данные в пределах до  $t^\circ 200$  и до  $10\,000\text{ кг/см}^2$  давления не решают вопроса. С термодинамической точки зрения критич. теория основывается на допущении единой  $\zeta$ -поверхности для данного вещества; существование различных фаз—результат многозначности  $\zeta$ -поверхности, геометрически—результат самопересечения поверхности. Теория Таммана основывается на допущении независимости  $\zeta$ -поверхностей разных твердых фаз данного вещества. Одна термодинамика решить спора не может, так как обе теории ей не противоречат.

Двухкомпонентная система с фазами: жидкость—пар. С точки зрения правила фаз К. с. бинарных смесей моновариантно (два компонента и три слившихся фазы), откуда вытекают крупные отличия К. с. таких систем от К. с. индивидуального вещества. Фиг. 3 показывает в диаграмме ( $p, v$ ) изотермы бинарной смеси; особенности здесь следующие. Кривые разрыва сплошности (переход от жидкости к пару) не горизонтальные прямые, а кривые

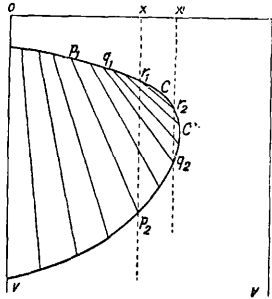


Фиг. 3.

высших порядков; это отвечает факту, что составы жидкости и пара бинарной смеси при данных темп-ре и  $p$  различны, при данной  $t^\circ$  жидкость и пар одинакового состава обладают разными давлениями. Критич. точек у бинарной смеси две. Первая критич. точка  $C$ , в ней состав и плотности обеих фаз совпадают, т. е. обе фазы делаются идентичными, однако это происходит не при наивысшей  $t^\circ$ , при к-рой существуют двухфазные состояния. Крайняя изотерма, отвечающая  $t^\circ$ , выше которой существует только газообразное состояние, касается граничной кривой (бинодали) во второй критической точке  $C'$ . Точечная кривая, проходящая через  $K$ , показывает изотермы мыслимого индивидуального вещества с теми же константами Ван-дер-Ваальса, к-рые свойственны данной смеси. В случае индивидуального вещества спинопальная кривая—граница устойчивых состояний—совпадает с кривой—геометрич.

местом точек, где  $(\frac{\partial p}{\partial v})_T = 0$ ; у бинарных смесей это две отдельные кривые. Спинопальная кривая, отделяющая устойчивые состояния от неустойчивых, соприкасается с бинопальной в первой критич. точке; кривая  $(\frac{\partial p}{\partial v})_T = 0$  у смесей полностью лежит внутри спинопальной кривой.

На фиг. 4 показано, как изменяются уд. объемы  $v$  с составом смеси ( $x$ —концентрация второго компонента смеси) при данной темп-ре  $t$  ( $p$ —переменно) в критич. области. Здесь взята  $t^\circ$ , к-рая превышает  $t^\circ_{крит.}$  ряда смесей, богатых более легким вторым компонентом. Прямые типа  $p_1 p_2$ ,  $q_1 q_2$ ,  $r_1 r_2$ —т. н. ноды, или конноды, соединяют составы и удельные объемы жидкости и пара, находящиеся в равновесии: жидкости  $p_1$  отвечает пар  $p_2$ . При переходе к смесям, более богатым вторым компонентом, ноды сильно



Фиг. 4.

изменяют направление, становятся все короче и сходят на-нет в первой критической точке  $C$ . Вторая критич. точка  $C'$  отвечает двухфазной смеси с максимальным содержанием второго компонента при данной темп-ре. Нижняя ветвь бинодали до  $C$ — граница стабильного пара, верхняя влево от  $C$ — граница жидкости. Раздвоение критической точки у бинарных смесей влечет за собой следующее следствие для смесей, состав которых лежит между составами, отвечающими точкам  $C$  и  $C'$ . Возьмем пар смеси состава  $x'$  в состоянии, отвечающем точке ниже  $q_2$ , и подвергнем его изотермич. сжатую. Под влиянием давления объем пара станет уменьшаться, в точке  $q_2$  появятся первые капли жидкости состава  $q_1$ ; по мере повышения давления (уменьшения объема) количество жидкости сначала будет увеличиваться, пройдет через максимум, потом станет уменьшаться, и наконец в точке  $r_2$  жидкость исчезнет, так как  $r_2$  лежит на парообразной ветви бинодали. Такого рода явление носит название обратной конденсации первого рода.

Пример. Смесь хлористого метила,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  и углекислоты,  $\text{CO}_2$ , (состава 41%  $\text{CO}_2$ ; 59%  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) при  $105^\circ$  ( $p$ — давление в  $\text{atm}$ ,  $v$ — объем жидкости,  $v_1$ — общий объем пара и жидкости в  $\text{см}^3$ ):

$p$ в $\text{atm}$ . . .	73,3	77,2	81,8	82,4	83,1	83,5	83,8
$v_1$ в $\text{см}^3$ . . .	117,9	99,6	81,0	78,6	77,3	75,4	74,0
$v$ в $\text{см}^3$ . . .	0	3,9	8,6	7,6	4,3	2,8	0

В тех случаях, когда вторая критическая точка  $C'$  лежит выше первой  $C$ , у смесей между  $C$  и  $C'$  наблюдается обратная конденсация второго рода: в результате изотермич. повышения давления на жидкую смесь образуется пар, его количество проходит через максимум, потом он исчезает. Такие случаи более редки и трудные наблюдаемы (например: вода + пропиловый спирт).

Из ряда других особенностей отметим еще следующее баротропич. явление. Направление жидкой ветви бинодали и взаимное положение критическ. точек  $C$  и  $C'$  м. б. таким, что точка  $C'$  будет на диаграмме справа, но выше  $C$ ; тогда крайние ноды будут наклонены вниз не слева направо, а обратно; это значит, что пар, находящийся в равновесии с жидкостью, удельно тяжелее жидкости и жидкость будет плавать на слое газа. При-

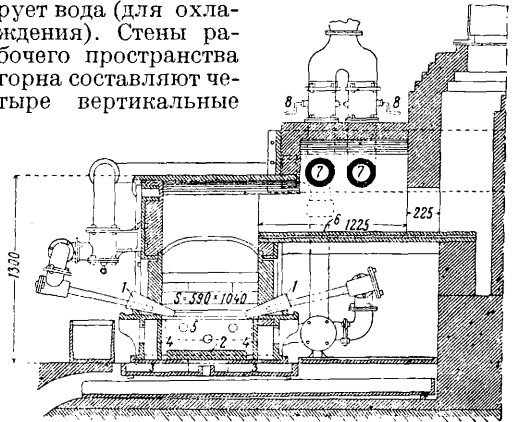
мер: в смеси водорода и гелия при  $-253^\circ$  и  $49 \text{ atm}$  жидкая фаза плавает на газовой.

Для целей техники явления  $K. c.$  в области смесей (сжижение газов) более важны, чем такие же явления у индивидуальных веществ, так как с последними техника имеет дело крайне редко. Изучение этой области требует знакомства с учением о термодинамич. поверхностях. Явления  $K. c.$  в случае тройных смесей, где оно бивариантно, очень сложны; начало их изучения положено трудами Ван-дер-Ваальса. См. Газ.

Лит.: Раковский А. В., Теоретические исследования по вопросу о взаимных превращениях фаз, «Вестник Ломоносовского физ.-хим. об-ва», М., 1926, т. 2, вып. 2; Van der Waals J. D. u. Kohnstam in Ph., Lehrbuch d. Thermostatik, B. 1, 2, Leipzig, 1927; K u e n e n J. P., Theorie d. Verdampfung u. Verflüssigung von Gemischen u. d. fraktionierten Destillation, Lpz., 1906.

А. Раковский.

**КРИЧНЫЙ ГОРН**, печь, в которой получается высококачественное (почти химически чистое) сварочное железо путем передела чугуна кричным процессом на древесном угле (см. Железо, ст. ст. 738—740). В Швеции применяют для этого т. н. «ланкаширский» горн (фиг.) Это—двойной закрытый горн с двумя рабочими сторонами (работают два мастера сразу) и двумя противоположащими фурмами 1, работающими с нагретым (когда это нужно) дутьем б. или м. высокого напряжения. Рабочее пространство горна ограничено снизу донной доской 2, лежащей на коробке 3, внутри к-рой циркулирует вода (для охлаждения). Стены рабочего пространства горна составляют четыре вертикальные



доски; две из них называются подфурменными—4, 4, а две другие—соковыми (у рабочих сторон), т. к. имеют по три отверстия 5 для спуска шлаков. Донная доска лежит свободно между этими досками. Горн перекрыт сверху сводообразно изогнутой чугунной плитой, скрепленной с наружной одеждой горна; под сводом проходят продукты горения в так называем. ч у г у н и к, где на поду 6 подогревается чугун для следующей операции, а под сводом чугуника проходят два колена воздухопровода—7, 7, снабженного клапанами-вертушками 8, 8, при помощи которых дутье м. б. направлено к соплам непосредственно или же для предварительного подогрева (в период плавления чугуна и затем «товара»). Фурмы сваривают из железных листов и делают с двойными стенками, между которыми все время циркулирует вода. Давление дутья у фурм держится не менее 75 мм рт.

столба и доводится временами до 102 мм; количество дутья, которое подается через две фурмы, — около 3,75 м<sup>3</sup> в минуту. При сечении рабочего пространства кричного горна 0,59 × 1,04 м садка чугуна равна 164 кг. К. г. соединяются группами по 4 «огня» при одном паровом котле, отапливаемом продуктами горения, чем достигается значительная экономия в производстве, так как пара для приведения в действие всех обжимных (паровых) молотов и воздуходувки хватает с избытком, к-рый используется другими производствами.

**КРОВЕЛЬНЫЙ СЛАНЕЦ**, естественный шифер, плотная разность глинистого сланца, характеризующаяся совершенной сланцеватостью (раскалывается на пластины 2,5—8,0 мм толщины). К. с. состоит преимущественно из кварца, слюды и глинистого вещества; удельный вес 2,7—2,9; цвет от серого до черного. К. с. является прекрасным кровельным материалом исключительной прочности (кровли из К. с. сохраняются столетиями), превосходящим искусственный асбоцементный шифер. По сравнению с железом К. с. имеет следующие преимущества: он долговечнее и не требует периодических ремонтов, огнестоек и нетеплопроводен, не разрушается к-тами и щелочами, не ухуждает стекающей с крыши воды; по сравнению с черепицей: большая долговечность, водонепроницаемость, меньший вес, возможность пробивания плиток гвоздем, обрезки и опилки их. За границей кровельным плиткам придают различн. форму: прямоугольную, квадратную, пяти-, шести- и восьмиугольную. Размер плиток (в см):

	Длина	Ширина
Германские . . . . .	25—61	13—36
Английские . . . . .	25—66	10—41
Французские:		
а) синеватые и зеленоватые	25—60	18—36
б) красные и фиолетовые	33—60	34—47

Толщина плиток: английских 3—4 мм, немецких 5—6 мм. Гиршвальд устанавливает для герм. К. с. следующие сорта, на основании срока появления первых признаков выветривания:

Сорта . . . . .	I-A	I-B	I	II	III
Годы . . . . .	5	30—40	80	100	150
Сорта . . . . .	IV	V	VI	VII	
Годы . . . . .	250	350	450	550	

Цена 1 м<sup>2</sup> кровли при двойном англ. покрытии составляет (по данным на 1927/28 г.): для Германии 2 р. 01 к., Франции 1 р. 41 к., Англии 3 р. 40 к., для США 2 р. 15 к. Стоимость единовременных затрат на 1 м<sup>2</sup> (в горизонтальной проекции) кровли из различных материалов (по ценам 1926 г.):

Железо . . . . .	5 р. 00 к.
Черепица . . . . .	6 » 41 »
Асбоцементный шифер:	
Французское покрытие . . . . .	6 » 32 »
Двойное покрытие . . . . .	6 » 11 »
Естественный шифер:	
Двойное покрытие . . . . .	5 » 25 »
Германское покрытие . . . . .	7 » 84 »

Кроме применения для покрытий К. с. идет на полы, подоконники, для изготовления столов, аспидных и распределительных досок, в дорожном деле в виде щебня для шоссирования дорог. Отбросы сланцевых каменоломен (от 80 до 90 % общей добычи) утилизируются для изготовления искусственных кирпичей (Англия), пористых кирпичей (Германия), в виде пыли—для искусствен. кровельных плиток, мастики, дорожного асфальта и как инертная пыль для борьбы с рудничными взрывами. В последнее время предложено употреблять эту пыль в качестве наполнителя для резиновых изделий, удобрительных туков, в качестве адсорбирующего вещества для нек-рых масел, для замены мела и барита в красках, в химич. промышленности—для получения глинозема.

Разработка К. с. ведется преимущественно открытыми карьерами. Добытые глыбы

Добыча кровельного сланца в США в т (по ценам на месте добычи).

Виды сланца и применение	1926 г.		1927 г.	
	Количество	Стоимость в долл.	Количество	Стоимость в долл.
Кровельный . . . . .	142 835	5 079 087	137 891	4 510 000
Электротехнический . . . . .	12 111	1 537 034	10 705	1 292 000
Строительный и для санитарных целей . . . . .	16 828	988 521	15 422	880 000
Для надгробных памятников. Для школьных и настенных досок . . . . .	6 260	130 882	6 895	146 000
Для бильярдных досок . . . . .	9 707	1 356 405	8 346	1 070 000
» грифельных досок . . . . .	2 449	145 457	1 814	103 000
» других целей . . . . .	1 179	32 886	726	17 000
Щебень . . . . .	8 165	73 127	7 257	80 000
Щебень . . . . .	451 821	3 009 368	414 218	2 775 000
Всего . . . . .	651 355	12 352 767	603 274	10 873 000

длиною от 100 до 200 см и толщиной от 20 до 30 см раскалываются на плитки клинья-мстамесками, длина к-рых при подготовке трещины—20 см и угол заострения 2,25—2,5°, а при раскалывании—длина 50 см и угол заострения 1,0—1,5°. Толстые плиты обрабатываются специальными камнерезальными машинами со стальными резами. Добытые плиты необходимо сейчас же раскалывать, не давая им высохнуть.

Пригодность К. с. как кровельного материала определяется на месте по нек-рым его признакам и простыми испытаниями: равномерная окраска (отсутствие ржавых пятен от разложения пирита); звонкость при ударе; степень выцветания (по обломкам); легкая раскалываемость на плитки с ровной поверхностью, на к-рой по блеску определяют количество слюды (в хороших сланцах листочки слюды расположены сплошными волнистыми слоями); содержание кальция (проба к-той); степень силификации (проба стальной иглой поверхности сланца сухого и 2 дня пролежавшего в воде); теплоупорность (хорошие сланцы не раскалываются при нагреве на железном листе до t° в 160°). В лабораториях определяются структура и минералогич. состав (степень связи листочков слюды в слюдяных прослоях и структура последних); твердость; водопоглощаемость поверхностная; морозо- и теплоупорность;



эластичность и сопротивления на раздавливание и разрыв; электросопротивляемость; содержание магнитного железняка и пирита.

Разработки К. с. сосредоточены в США, Канаде, Норвегии, Германии, Франции и Англии. В Канаде (провинция Квебек) за 1923 г. добыто 1 836 т; в Англии (Сев. Уэльс) в 1926 г. добыто 304 940 т; в Норвегии добычу производят в провинциях Осло, Берген, Трондхем, Хедмаркен, Братсберг; в Германии (Тюрингия, Рейнские шиферные горы, Вестфалия, Гарц) за 1924 год добыто сланца 383 319 т и 18 833 м<sup>2</sup> на сумму 3 741 тыс. мар.; во Франции (Арденны и г. Анасер на р. Луаре) за 1926 г. добыто 160 тыс. т и наконец США (штаты Мен, Вермон, Нью Йорк, Пенсильвания) дают наибольшую добычу К. с., данные о которой приведены выше в таблице.

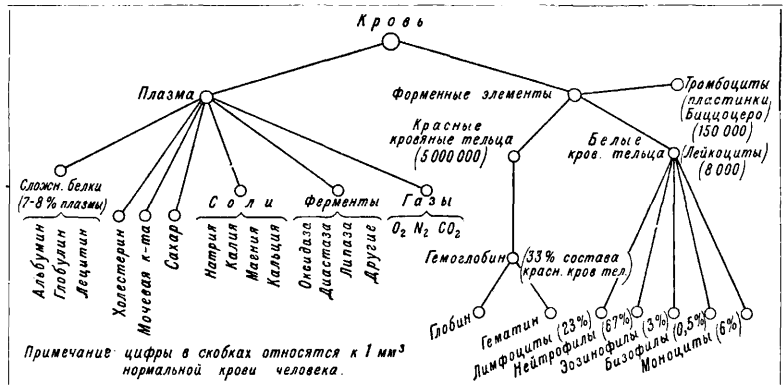
Месторождения К. с. в СССР многочисленны. Сев.-зап. район: Онежское озеро, Нигозеро, Укшозеро, Кончозеро, около ст. Кивач и в нек-рых районах вдоль Мурманской ж. д.; нигозерский черный сланец с успехом применялся на плитусы для Исаакиевского собора в Ленинграде. Кривой Рог: р. Саксагань, с. Покровское. Кубань и Черноморье; во многих местах в Баталпашинском и Майкопском районах и по р. Мзымте и Кодору. Кавказ: вдоль центрального хребта выходит мощная полоса сланцев. Урал: в окрестности станций Миасс, Чебаркуль, Сыростан и во многих других местах.

Север: по рр. Цыльме, Пижме, Вычегде и на Тиманском полуострове. Сибирь: по рр. Оби, Иртышу, Енисею, Томи и в других местах. В 1928—29 гг. Ин-том прикладной минералогии произведено опробование месторождений К. с. в Кривом Роге (по р. Саксагани), в Кахетии и ок. ст. Ларс Военно-Грузинской дороги; опробование выявило прекрасные качества сланцев. Выход готовых пластин в карьере от 1,6 до 2,0% от вынудой породы, с углублением—выход больше (до 10%). Испытание К. с. в Кахетии (р. Инцоби) показало: 1) пробиваемость—10 отверстий на 20—25 см<sup>2</sup>; 2) обрезаемость—возможно вырезать кружки площадью 3—5 и даже 1,0 см<sup>2</sup>; 3) микроструктура—сплошные слюдяные прослои; 4) уд. вес 2,780—2,795; пористость 2,88—3,89%; 5) водопоглощаемость 1,180—1,147 г на 100 см<sup>2</sup>; 6) испытание на нагревание—вполне удовлетворительно; 7) по качеству К. с. можно отнести к сорту VII шкалы Гиршвальда. Особо следует выделить как по качеству, так и по запасам еще не опробованное месторождение К. с. около ст. Ларс в 27—30 км от Владикавказа; здесь К. с. прекрасного качества встречается и отдельными пачками в нижне-юрских отложениях; из 1 м<sup>3</sup> породы выходит 850 плиток К. с. Запас только четырех пачек сланца исчисляется в 624 млрд. плиток, или же свыше 12 млрд. м<sup>2</sup> кровли.

Лит.: Аршинов В. В., О необходимости добычи в СССР естественных строит. сланцев, «МС», 1926, 5, стр. 406—413; его же, О месторождениях кровельных сланцев в СССР, там же, 1926, 7—8; его же, Методы испытания качества естественных кровельных сланцев, там же, 1927, 1; Чарноцкий С. И., Строит. материалы Кавказа, Л., 1927; Койфман М. И., Вопросы развития промышленности естественного шифера в СССР, «МС», 1928, 10, стр. 590—595; его же, Кровельные сланцы Закавказья, там же, 1929, 11; Канделяки А. Н., Естеств. строительные сланцы, Тифлис, 1928; Чайковский В. К., Разведка кровельных сланцев в Криворожском районе, «МС», 1929, 5—6; его же, Опробование кровельных сланцев по р. Инцоби, там же, 1930, 1; Скаковский Н. К., Некоторые технич. данные по разведкам Ларского месторождения кровельных сланцев, «МС», 1930, 1; его же, Месторождения кровельных сланцев на Сев. Кавказе, там же, 1930, 5; Watrin N., Les ardoisiers des Ardennes, Charleville, 1898; Davis D., Slate and Slate Quarrying, L., 1912; Eckel E. C., Building Stones a. Clays, N.Y., 1912; Hirschwald J., Handbuch d. bautechnischen Gesteinsprüfung, B., 1912; Howe J. A., Stones a. Quarries, L., 1920; Dale a. otho. Slate in the U. S., Wash., 1922; Bowles O., The Technology of Slate, Wash., 1922; North F., The Slate of Wales, Cardiff, 1925; Slate-Roofs Book. Philadelphia, 1926; Blake E., Roof Coverings, L., 1926. П. Топольницкий.

**КРОВИ ПЕРЕРАБОТКА**, или крове-альбуминное производство, представляет собою переработку крови убитых животных на целый ряд продуктов.

**Состав крови.** Кровь состоит из т. н. форменных элементов (красных и белых кровяных телец) и плазмы—жидкой части крови (см. схему). Содержание воды в крови зависит от вида животного; по Бунге,



в крови крупного рогатого скота заключается 80,89% воды и 19,11% сухого вещества. Уд. в. крови 1,05. В свежесывушенной крови из плазмы выделяется волокнистое вещество фибрин; оставшаяся жидкая часть крови носит название сыворотки. Для того чтобы получить плазму, необходимо предупредить свертывание крови. Если свежесывушенную кровь оставить в покое, то выделяется фибрин в виде микроскопических тончайших нитей, которые образуют как бы сетку, в которой заключены кровяные тельца; получающаяся масса желеобразного вида носит название «кровяного сгустка». Сначала этот сгусток очень мягок, но после 1—2 час. стояния получается довольно упругая желеобразная масса, которую можно резать ножом. Эта масса высачивает из себя кровяную сыворотку (серум). Фибрин составляет всего 0,1—0,8% массы кровяного сгустка. Свертывание крови вызывается фибрино-ферментом, или тромбином, при действии к-рого рас-

творимое белковое вещество плазмы, ф и б р и н о г е н, переходит в нерастворимое тело—фибрин. Сам фибриноген является глобулином и его происхождение не вполне выяснено наукой. Оптимальная темп-ра, при которой фибрин-фермент наиболее активно действует на фибриноген, есть температура тела животного. При 0° происходят явления, препятствующие свертыванию, а при темп-ре кипения фермент разрушается. В плазме крови, циркулирующей в организме, содержатся вещества, аннулирующие действие фибрин-фермента. Процесс свертывания крови, по Чувескому, состоит из 2 стадий: а) разложившиеся части шариков крови активизируют фибрин-фермент и при участии солей кальция превращают его в деятельный фермент; б) новообразованный фибрин-фермент действует на белковое вещество крови, фибриноген, и превращает его из растворимого в нерастворимое состояние—фибрин (в виде нитей). Замедление свертывания крови, в практике называемое дефибринованием, может быть вызвано различными причинами: а) действием охлаждения; б) высоким содержанием углекислого газа (СО<sub>2</sub>) в крови; в) осаждением

лишь при переработке сырья от значительно количества убойного скота; на практике считаются поэтому нерентабельными заводы, перерабатывающие сырья меньше, чем от 10 000 голов в год. Наилучшей формой боенского хозяйства является боенский комбинат—большое хозяйство бойни с полной утилизацией всех боенских отходов (см. *Бойни*). Вид боенского хозяйства по типу американских мясных фабрик наиболее удовлетворяет проблеме полной и правильной переработки крови. Главное значение при этом имеет наиболее рациональный способ убоя скота в одном месте, на так наз. «рельсе обескровливания», благодаря чему может быть почти полностью собрана кровь животного, вертикально обескровленного, а как следствие этого является возможность применения химического дефибринования, т. е. создания химическим путем условий, при которых образование в крови фибрина происходит в гораздо меньшем количестве, чем при методах убоя скота, применявшихся до сих пор на наших бойнях. Вертикальный подвешенный убой дает сравнительно с горизонтальным (на полу) на 30% крови больше. Громадным преимуществом американизированных боен

Табл. 1.—Химический состав крови.

Составные части	Кровь (100%) (А+В)	Кровяные тельца (31,87%) (А)	Серум крови 68,13 (В)
Вода . . . . .	81,34	19,12 (60% А)	62,22 (91,5% В)
Сухое вещество:			
Белки . . . . .	8,41	3,42	4,99
Гемоглобин . . . . .	8,17	8,17	—
Другие органич. вец.	0,62	0,24	0,38
К . . . . .	0,041	0,024	0,017
Na . . . . .	0,363	0,067	0,256
Ca . . . . .	0,067	—	0,007
Mg . . . . .	0,004	0,001	0,003
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,001	—	0,001
Cl . . . . .	0,304	0,052	0,252
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,04	0,022	0,018
	18,66	12,75 (40% А)	5,91 (8,5% В)

известны под влиянием щавелевокислых солей (1 г на 1 л крови) и лимоннокислых солей (цитратов) (0,5% лимоннокислого натрия в 0,9%-ном растворе поваренной соли в смеси с равным объемом крови); г) действием ротового секрета пиявки, который задерживает свертывание; д) 5%-ным раствором поваренной соли, задерживающим свертывание на 4—5 часов (для той же цели служат патентованное германское средство «новирудин» и много других). Ускорение свертывания крови происходит: а) от нагревания ее в пределах от 40 до 55°; б) под влиянием многих продуктов обмена веществ; в) от действия клеевых растворов (желатины), впрыснутых в кровь; г) от прибавления экстрактов из свежих тканей и т. п. Состав дефибринованной сыворотки приведен в табл. 1 (графа В).

**Убой скота.** В СССР громадное количество скота подвергается убою на бойнях, б. ч. находящихся в ведении городских хозяйств (комхозов). Ежегодно на убойных пунктах СССР можно было бы собрать около 80 000 т крови. Во многих местах коммунальные хозяйства ставят у себя на бойнях переработку крови. Кровезаводы м. б. рентабельными

является и то обстоятельство, что поточноконвейерная система «рельса обескровливания» и дальнейших боенских процессов значительно снижает число рабочих кровесборочного цеха, оплата к-рых со всеми на них накладными расходами составляет на механизированных альбумино-кровяных э-дах значительный % всех расходов по производству. Норма рабочих кровесборочного цеха для завода на 50 000—100 000 голов в год на обыкновенных бойнях составляет 6—12 чел. в зависимости от времени года (к р и в а я у б о я), а на американизированной бойне число их м. б. 2—4 чел. У нас в СССР старые бойни: камерной или зальной системы. С точки зрения кровесборки и та и другая система боен представляет большие неудобства в сравнении с бойней американизированной конвейерной зальной системы. Перспективы развития альбуминового производства в СССР огромны; так, на 40 более крупных пунктах Союза в 1928/29 году было забито 2 000 000 голов, которые могли дать следующее количество крови (практическая цифра крови-сырья):

Москва и Ленинград . . . . .	700 000 гол. × 16 кг = 11 200 т
Крупные города . . . . .	800 000 » × 10 » = 8 000 »
30 более мелких насел. пунктов . . . . .	500 000 » × 8 » = 4 000 »
Итого . . . . .	23 200 т

Из этих цифр видно, какое огромное количество крови-сырья, достигающее в общей сложности по всему СССР ~50 000 т крови в год, еще не утилизируется.

**Консервирование крови.** С изобретением способа консервирования крови, к-рый не понижает ее клеящей способности, вопрос развития кровепереработки в СССР приобретает актуальное значение. Разработано

несколько способов консервирования крови. Законсервированная кровь выдерживает дальнюю перевозку по железным дорогам в железных бочках и в течение 1—1½ мес. сохраняется без порчи основных ее свойств. Кровь, консервированная по запатентованному способу Московского альбуминового завода, кональгидрофитрит, представляет собой консервирован. водный раствор альбумина с фибрином. В консервирующей состав входят следующие вещества (на 1 000 кг крови): а) поваренная соль—0,9 кг; б) хлорная известь—0,65 кг; в) уксусная эссенция в растворе с квасцами (уксусной кислоты 80%-ной—5 кг, алюминиокалиевых квасцов—0,8 кг). Для приготовления этого состава сначала берут смесь уксусной эссенции с квасцами и размешивают, а затем в эту смесь вводят приготовленную заранее соответствующую смесь поваренной соли с хлорной известью. Перед тем как ввести указанные химические вещества, кровь, подлежащую консервированию, пропускают через дробильную мельницу «Перилекс»—дезинтегратор с одним неподвижным и одним подвижным диском с пальцами—и дают ей отстояться не менее 3 часов, после чего ее переливают в ванны, емкостью каждая 2 000—2 500 кг. Внутри ванны имеется эмеевик, по которому непрерывно циркулирует холодная вода. В ванне кровь с консервантами размещается мешалкой, делающей около 60 об/м. Препарат жидкой консервированной крови, запатентованный Стяжкиными (1926 г.), успешно применяется для склейки фанеры на заводах Фанеро-Двинолеса с 1926 г. На предприятиях Фанеро-Двинолеса на 1 000 кг дефибринированной кровяной сыворотки готовят следующие составы: а) воды 15 кг, уксусн. к-ты 80%-ной 3,8 кг, серной к-ты 52%-ной 0,1 кг, квасцов 0,6 кг (квасцы предварительно растворяют в 3—4 кг воды и раствор охлаждают); б) воды 15 кг, хлорной извести 36%-ной 0,6 кг, селитры чилийской (или калийной) 0,6 кг. Применение консервированной крови вместо черного альбумина в фанерном производстве выгоднее в 2½—3 раза. По произведенным ЦАГИ испытаниям, консервированная кровь сохраняется при нормальной температуре 2½—3 месяца, а испытания фанеры, склеенной дефибринированной сывороткой (по способу Стяжкиных), дали хорошие результаты—в среднем 19 кг/см² по клею на скалывание (при рецепте: консервированной крови 200 г, воды 100 г, извести свежелогащенной 2,66 г, пыли древесной 2 г; давление прессы при клейке применялось в 15 кг/см², t°=110°, время под прессом 2 мин.). В. Андреев производил удачные опыты с консервированием крови карболовой кислотой: при t° 30—35° она сохранялась (в банке) более 1 мес. По данным Шильдкruta, хороша консервировка щелочами. Кишпромгосторг консервирует кровь формалином (0,3% от веса крови). В Германии кровь консервируют формальдегидом (0,3% от веса крови), гидратом окиси кальция (3%) и др. консервантами. Способы московского з-да оправданы практикой, но для получения из законсервированной по этому способу крови черного альбумина приходится на альбуминном з-де для даль-

нейшей обработки нейтрализовать сыворотку, чтобы избежать порчи аппаратов. Чистая кровяная сыворотка, прошедшая сепаратор, может быть переработана в ценнейший питательный продукт, т. е. она представляет собою коллоидный раствор гл. обр. белковых веществ, содержащий целый ряд важнейших ферментов, а также (в сравнительно небольших количествах) минеральные соли.

**Технология кровепереработки.** Выход крови от разного рода убойного скота различен. Большую долю крови-сырья альбуминное производство черпает от крупного рогатого скота. Практикой установлены следующие выходы крови с головы крупного рогатого скота. Московская городская бойня считает в среднем 16—25 кг крови, т. е. 4—5% крови от живого веса животного. Ленинградская бойня—16—22 кг крови от живого веса, некоторые другие крупные бойни СССР от 8 до 12 кг. При зальной системе убоя получается до 30—40% недобора крови от практически возможного. Если нельзя устроить боенский комбинат, в к-ром убой скота производится обычно во II этаже, а кровь с «рельса обескровливания» самотеком поступает в I этаж на альбуминный з-д, то при небольшом расстоянии последнего от убойных зал можно в боенском зале устроить механич. дефибринирование и насосом перекачивать дефибринированную кровь на завод; так поступают за границей при условии применения совершенного способа дефибринирования, т. е. иначе трубы, проводящие кровь, засоряются волокнами фибрина.

Разделение крови на составляющие ее части происходит в альбуминном производстве посредством первого процесса кровепереработки, к-рый может производиться несколькими методами; различают три главных метода: 1) получение только сухой крови, без выделения сывороток и фибрина; 2) получение светлой и черной сывороток отстоечным способом, а из них посредством определенной химическ. обработки—светлого альбумина, черного альбумина и сухого фибрина (сухая кровь); 3) получение механическим способом на кровяных сепараторах (сепараторный способ) светлой и черной сыворотки из дефибринированной предварительно крови и затем из них (химической обработкой или без нее)—светлого и черного альбумина, а из выделенного фибрина—сухого фибрина. Кровь животного, вышедшую из перерезанных кровеносных сосудов, «горловую», или «тазовую», собирают в подставленные под горло животных тазы (для получения меньшего % выхода фибрина рекомендуется кровесборочный таз смазывать минеральным маслом); тазы имеют обычно размеры 450×450×90 мм и делаются из оцинкованного 16—18-фн. железа; они вмещают 8—10 л крови. Кровь горловая составляет 70% всей крови, остальные 30% приходятся на «сборную» кровь, которую собирают в ушаты емкостью в 50 кг нетто. В то время как тазовая кровь ставится в помещении бойни на «застывание» ее, т. е. фибринирование, и получается в виде плотного сгустка, сборную кровь собирают в растворе с кусками «сфибринированной» крови. При отстоечном способе с тазовой кровью обра-

щаются крайне бережно и, стараясь не нарушить целостности «кровяного сгустка», доставляют на вагонетках на завод. При сепараторном способе этих предосторожностей не соблюдают.

1. Получение сухой крови и кровяной муки является наиболее примитивным способом кровепереработки, доступным любому кустарного типа альбуминному заводу. Для получения сухой крови рекомендуется сначала нагреванием цельной крови до высокой  $t^\circ$  свернуть находящиеся в ней белковые вещества, т. е. коагулировать кровь, затем спустить воду и производить сушку уже обезвоженной крови. На практике коагуляцию ведут путем нагревания или же соединяют нагревание с химическ. коагуляцией. Кислоты, щелочи и водные растворы солей большой концентрации коагулируют белок из его водного раствора. Во Франции применяют в качестве коагулянта концентрированный раствор сернокислого железа в количестве 3% от веса крови, а затем уже в открытых чанах подогревают свежим паром. Способ коагуляции крови свежим паром наиболее прост и экономичен. Для того чтобы удешевить получение кровяной муки и сухой крови, производят отжим воды на обыкновенном прессе или фильтр-прессе и механически обезвоженный продукт направляют в сушилку. Во Франции для этой цели с успехом применяют вращающуюся сушилку, представляющую собой горизонтальный цилиндр длиной 2,85 м и диаметром 2,5 м, вращающийся на полых осях. Сушилка обогревается паром, входящим через полую ось, а образовавшиеся пары вытравляются вентилятором в другую полую ось; сушилка соединена с воздушным насосом, создающим вакуум; число оборотов ее — 3 в мин. При этой работе возможно применение фильтр-сушилок системы Вольфа, с успехом используемых в химической промышленности; этот тип сушилки теперь применяют специально для работы на альбуминном производстве. Ее преимущества заключаются в том, что она одновременно отделяет воду и сушит товар до порошкообразного состояния. Состав кровяной муки, получаемой на германских кровеперерабатывающих заводах (по Христову), следующий (в %):

		В среднем
Вода . . . . .	7,6 — 16	11,5
Жир . . . . .	4,2 — 6,8	3,0
Азот . . . . .	11,2 — 11,83	11,5
Белковые вещества . . . . .	70 — 74	72,0
Фосфорная кислота . . . . .	1,46 — 2,2	1,8

По данным германской практики, обработка цельной крови происходит таким образом, что образовавшийся в крови фибрин превращается путем размола на коллоидных мельницах в плазона в коллоидальный кровяной раствор, к-рый в таком состоянии может идти в распылительную сушилку и выходить оттуда в виде готового порошка (кровяная мука), тонкость к-рого измеряется от 25 до 92  $\mu$ . В кровеперерабатывающей промышленности белковый раствор, который выделяется (высачивается) кровяными кубиками при отстое, называют светлой сывороткой, а сухой ос-

таток с 8—10% конечной влажности — с в е т л ы м а л ь б у м и н о м; остальное, за исключением фибрина, называют черной сывороткой, а сухой остаток с 8—10% конечной влажности — черным альбумином. В зависимости от способа переработки крови — отстойного или сепараторного — выходы полуфабрикатов значительно колеблются.

2. Отстойный способ. По этому способу тазы и ушаты с кровью доставляются на альбуминный завод на вагонетках к резальному станку. Здесь «желатинированную кровь» опрокидыванием таза выгружают на резальный стол, на к-ром рабочий режет ее тупым ножом на кубики (~80 × 80 × 80 мм); дно резального стола дырчатое, а плоскость стола устроена подвижной; спуск жидкой крови производят под стол в специальный ушат, а спуск кубиков крови — в так наз. «решето», специальн. оцинкованные тазики размерами:  $d = 450$  мм и  $h = 100$  мм, с дырчатым дном; такие решета могут быть квадратной формы и деревянные.

Переработка светлой сыворотки. Кубики крови, положенные на «решето» в количестве около 15 кг, в течение 24 ч. высачивают около 5 кг светлой сыворотки в подставленную под решето посуду, называемую «трубичкой». Решето и трубичка вместе образуют так называемый «отстойный комбинат». Такие комбинаты обыкновенно ставятся на стеллажи — «клетки»; последние имеют пять этажей. На московском заводе укладывают по 4 шт. комбинатов на 1 п. м стеллажа. Время высачивания находится в зависимости от  $t^\circ$  и влажности. Рекомендуется в отстойном отделении держать  $t^\circ$  не выше 20°, окна летом замазывать мелом и при сильном жаре искусственно повышать влажность помещения. После 24 час. высачивания высочившиеся кровяные кубики и сборную кровь пускают на размол в дробильную мельницу «Перплекс». Светлая же сыворотка, высочившаяся в нижние трубички, образует три слоя светлой сыворотки (I — экстра, II — светложелтый, III — желтый) и IV слой «терция» — красноватый. Время выдержки определяется практикой от 24 до 48 часов (Щекович), после чего с особыми предосторожностями, дабы не возмутить сыворотки, которая в таком состоянии полупрозрачна и желтоватого оттенка, ее сливают с трубичек в ушаты по 50 кг, которые затем переносят в чаны, где и добавляют необходимые химические вещества для рафинирования сыворотки. В общем получается ок. 5—10% экстра-сыворотки (I слой), 70% светлой сыворотки (II и III), 20% терции — осадка. Декантируют сыворотку осторожно, не мутя осадка; для того чтобы лучше отличить при сливе эти слои друг от друга, иногда сливают «на свечу», т. е. сливание производят при падающем на стекающую в ушат сыворотку свете свечи. Такой способ при известном навыке дает хорошие результаты. Осадок светлой сыворотки идет как добавление к черной сыворотке. Можно отделять сыворотку от осадка в трубичках также сифонным способом (Рейхман) при помощи каучуковой трубки, один конец которой погружают в

трубочку и путем осторожного засасывания заставляют сифон работать. При сифонном сливе также применим способ слива на свечу.

Переработка черной сыворотки. Сборная кровь, привезенная на вагонетке по рельсовому пути с бойни в рафинировочное отделение, поступает в сборочную приемную ванну, к-рую наполовину зарывают в землю для более легкой подачи в нее крови. Приемную ванну делают из 5-мм котельного железа, клепаную; желательнее, чтобы она была изнутри оцинкована; можно пользоваться и деревянными ваннами. К сборной крови добавляют густовязкие куски крови после их высачивания на стеллажах, а также осадки от светлой сыворотки (терции), полученные в решетках. Все вместе подается насосом на мельницу «Перплекс» для механического дефибрирования сыворотки, при котором кровь разбивается на мельчайшие частицы. В баке уже спустя час после дробления всплывает наверх технический сырой фибрин, в то время как сыворотка остается внизу. На обыкновенных полкустарных заводах дефибрированную кровь выдерживают в последнем баке 3—4 часа для того, чтобы произвести более полное отделение (по уд. весу) фибрина от черной сыворотки. Т. к. в это время могут развиться своя деятельность бактерии, то следует процесс отделения фибрина проводить как можно скорее (особенно летом). Для перекачивания крови на мельницу применяют диафрагмовые насосы с шаровыми клапанами (для перекачивания илестых жидкостей) или коловратные насосы завода «Тремасс». Рекомендуется устраивать аппаратуру мокродробильного цеха таким образом, чтобы использовать самотек. Рафинирование светлой сыворотки имеет целью осветлить ее и консервировать, а также осадить плохо растворимые вещества.

Рафинирование светлой сыворотки обыкновенно ведут в чанах формы усеченных конусов; такая форма чанов по мнению практиков способствует при спуске более легкому оседанию на внутренней стороне чана жировых веществ, всплывших на поверхность жидкости; чаны употребляют деревянные размерами 1,0×0,7 м при высоте 1,4 м и емкости 750 л сыворотки. В настоящее время предлагают еще и другой формы чаны (деревянный окоренок) размерами 1,0×1,2×2,0 м и емкостью на 1800 л, снабженные 2 кранами, из которых первый служит для декантирования сыворотки сбоку (на высоте 80—100 мм от дна), а другой служит для спуска осадка и промывки бака (находится в дне бака). Обычно при обработке светлой сыворотки применяются следующие вещества. 1) Скипидар, образующий верхнюю пленку, препятствующую проникновению бактерий в сыворотку, окисляет и облегчает осветление сыворотки, увлекает с собой при перемешивании с сывороткой жировые вещества и кроме того является специфичным при переработке крови. Употребляют лимонный или печной скипидар (уд. в. 0,858—0,870). Верхний слой сыворотки—пленка, которая образуется в чанах, по анализу Менделеевского химико-

технологич. института, состоит из скипидара (92%) и жирно-белкоподобных веществ (8%). 2) Уксусная кислота, которую для обработки готовят необходимой концентрации: 80%-ную уксусную кислоту (уд. в. 1,0748) обыкновенно разбавляют равным объемом воды. Кроме специфичности уксусной кислоты для переработки крови она повидимому еще и консервирует сыворотку. Уже 0,25%-ный раствор ее дает увеличение объема эритроцитов, вызывая переход в различные стадии образования зернистости, что также находится в зависимости и от  $t^{\circ}$ . Уксусная к-та относится к слабым органич. к-там с незначительной диссоциацией. Т. к. все реакции кровяных сывороток являются реакциями заряженных молекул и контролируются концентрацией водородных ионов, то и оптимальное действие раствора кислот на сыворотку может быть выведено только при помощи метода измерения  $P_n$ . В альбуминной практике к применению этого метода только теперь приступают. 3) Серная кислота; широко употреблялась прежде при К. п. В настоящее время ограничиваются лишь применением ее в чрезвычайно слабой концентрации, при к-рой она однако оказывает на процесс рафинирования каталитич. действие. 4) 0,25%-ная соляная к-та; способствует набуханию оболочки красных кровяных телец и при повышенной кислотности в плазме можно наблюдать даже растворение оболочек. 5) Перекись водорода; употребляют как сильный окислитель для осветления сыворотки. Осветляющее действие перекиси водорода сильнее в слабощелочной или слабощелочной среде. Обыкновенно употребляют 5%-ный раствор перекиси водорода.

Порядок внесения химич. веществ в сыворотку не безразличен. Шекович рекомендует следующий порядок: 1) 5%-ную  $H_2SO_4$  небольшой струей вливают при постепенном помешивании в светлую сыворотку; перемешивание следует производить не менее 5 минут; 2) в полученную смесь вливают постепенно 5%-ный раствор  $H_2O_2$  и опять 5 минут все перемешивают; 3) вливают скипидар и 10%-ный раствор уксусной к-ты и всю смесь снова перемешивают около получаса. Перемешивание производят ручным способом или специальными механическими мешалками.

Рецептура светлого рафинирования. А. Кислый способ, т. е. обработка растворами кислот и нейтрализация щелочами (Шековича и Натусса-Андреева). На один чан светлой сыворотки емкостью 750 кг берут (в пересчете на 1000 кг сыворотки) следующие количества составных частей (в кг):

Уксусной к-ты 80%-ной . . . . .	5,3
Воды . . . . .	5,3
Серной к-ты, уд. в. 1,84 . . . . .	0,34
Воды . . . . .	6,75
Перекиси водорода . . . . .	0,8±1,33
Воды . . . . .	5,3±3,7
Скипидара . . . . .	5

Нейтрализация полученного раствора производится 25%-ным аммиаком до нейтральной реакции на лакмус. На Московском альбуминном заводе в настоящее время употребляется нижеследующая рецептура ра-

финирования светлой сыворотки (Щекович) (на 1 000 кг светлой сыворотки) в кг:

Серной к-ты концентрирован. . . . .	0,6
Перекиси водорода 5%-ной . . . . .	18
Скипидара . . . . .	5
Уксусной к-ты 80%-ной . . . . .	1
Аммиака . . . . .	1,5

После рафинирования сыворотки и отстоя в течение 1—2 суток сыворотку декантируют в отдельный сборник и перед заливкой на тазика сушилок нейтрализуют (на лакмус) 25%-ным аммиаком. Для белковых растворов нейтрализация на лакмус неточна и ее следует производить по концентрации водородных ионов электрометрическим или колориметрическим путем. На практике однако часто производят определение нейтрализации по лакмусовой бумажке до наступления нейтральной реакции или внесением эквивалентного количества щелочи, которое по расчету должно нейтрализовать кислотность сыворотки, обработанной при рафинировании кислотами. Осадок в светлой сыворотке на практике получался около 1—1,3% от веса светлой сыворотки. Этот осадок пока применения не нашел. Б. Щелочной способ обработки сыворотки состоит в обработке светлой сыворотки растворами щелочей, причем последующая нейтрализация производится какой-либо слабой к-той. Приготовление щелочного раствора: а) 8%-ный раствор NaOH (доза рецептуры: на 1 кг свежей сыворотки прибавляют 20 г раствора, тщательно перемешивают и затем отстаивают 6—8 ч. в закрытом чане). б) Раствор перекиси водорода: 1 кг перигидроля (33,5%-ная  $H_2O_2$ ) растворяют в 3,4 кг воды (на 1 кг свежей сыворотки прибавляют постепенно 20—30 г  $H_2O_2$  и, смешав, нагревают до 30—40°, т. е. до осветления). Нейтрализация производится 4%-ной борной к-той или 4%-ной щавелевой к-той (доза нейтрализации: на 1 кг сыворотки, обработанной щелочами, 10 г раствора к-ты). Этот новый способ запатентован в СССР.

Рафинирование черной сыворотки производится так же, как и светлой сыворотки, но химических веществ употребляют меньше. Рецепт (на 1 000 кг черной сыворотки) Московского альбуминового завода следующая (в кг):

	1923/24 г. (по сообщ. Андреева)	1928/29 г. (по сообщ. Щековича)
Уксусной к-ты 20%-ной . . . . .	2,70	1,25 (80%-ной)
Воды . . . . .	2,70	—
Серной к-ты конц. . . . .	0,150	—
Воды . . . . .	3	—
Скипидара . . . . .	5	1,25
Аммиака для нейтрализации . . . . .	1,25	0,95

Количество аммиака должно задаваться точно по норме, определенной электрометрически или грубо — по химическому эквивалентному расчету на нейтрализацию. Лакмус в качестве индикатора здесь непригоден, так как сыворотка окрашена в темнокрасный цвет. Осадка получается от 1 до 1,5% от веса черной сыворотки. Порядок задания химическ. веществ следующий: 1) добавка уксусной кислоты, 2) помешивание, 3) задание скипидара, 4) помешивание около получаса, 5) отстаивание в течение 24 часов,

6) декантирование черной зарафинированной сыворотки, 7) нейтрализация аммиаком и 8) сушка.

Подача в сушильный цех может осуществляться поршневым или центробежным насосом по трубам 1,5—2,0'' diam. (оцинкованным внутри). Нейтрализованные светлые и черные сыворотки из бака-сборника (около самих сушилок) разливают «чумичками» по тазикам, к-рые устанавливаются на стеллажах в сушилке. Светлую и черную сыворотку сушат отдельно в светлой и черной сушильне. Чумичка рассчитана как-раз на емкость тазика, к-рый для светлой сыворотки имеет емкость 250÷300 г, а для черной сыворотки—350÷400 г. Размеры луженого железного тазика (из 12—16-фн. железа): 220×340×20 мм. Расход топлива—обычный для этого типа сушилок—6 кг дров на 1 кг черного альбумина. Выход черного альбумина равняется 15,5% от веса черной сыворотки. Температуру в сушильне для сушки альбумина поддерживают от 45 до 55°. Увод паров из сушильни рекомендуется даже при огнекалориферной системе производить вентилятором во время первых часов сушки, а затем пускается в ход вытяжная вентиляция трубой. Продолжительность сушки кристаллического альбумина 20—22 часа. Перед выгрузкой готового продукта рекомендуется понизить  $t^\circ$  сушильни до 20—25°. Во время сушки следует производить переборку, т. е. перестановку тазиков с менее высохшим материалом на места тазиков с более высохшим материалом. Тазики перед сушкой чистят и смазывают для светлого альбумина рыбьим жиром или вазелиновым маслом (без запаха), а для черного альбумина—минеральным маслом. Норма расхода масла 0,6—1 г на тазик. Добавление жира в сыворотку, необходимое в процессе работы, вредно отражается на качестве конечного товара, так как черный альбумин при употреблении для клейки благодаря присутствию в нем жира образует совместно с известью (щелочью) мыла, понижающие его клеящие свойства. Тазики, в которых сыворотка не высохла или была высушена неправильно (напр. с образованием наверху корки), дают т. н. «шквару» (верх и низ просушены, середина недосушена). Шквару отбирают вручную или сортируют готовый товар по размеру и весу «кристаллов» на бурате (см.). То, что не проходит через сита с отверстиями в 8 мм, составляет шквару и идет в сухую кровь или на синькалевый завод. Шквары не должны быть больше 5%. Линейную скорость бурата следует брать от  $v=0,6\div 1,25$  м/сек; американцы рекомендуют  $v=0,75$  м/сек. Угол наклона оси барабана берется от 5 до 30°. Число об/м. 10÷15.

Светлый кристаллическ. альбумин, отсортированный на столах, обитых жстью, поступает в укупорку в фанерные бочки по 50 кг нетто. Черный кристаллич. альбумин хранится на складах в мешках по 80 кг нетто, а за границу экспортируется в двойных плотных мешках. Альбумины гигроскопичны, почему складочные помещения должны быть сухи и иметь  $t^\circ \approx 10^\circ$ .

Переработка заводского фибрина производится следующим образом.

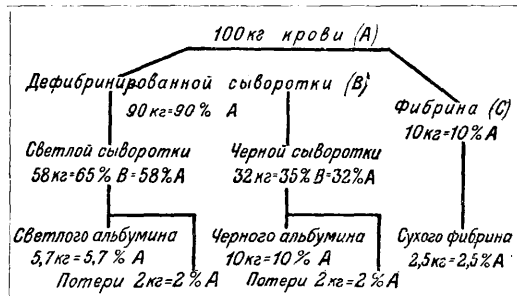
После отделения светлой сыворотки кровяные «высочившиеся» тела вместе со сборной кровью и «терцией» с решет поступают на дробильную машину «Перплекс», после обработки на к-рой получают фибрин и черная сыворотка. Фибрин отдельно собирают в ванну и в ней подают на специальное сушило фибрина, в т. н. «черную печь», которая по устройству подобна печным огне-калориферным камерным сушилам. Тазы здесь употребляются большей емкости, по 16,4 кг сырого фибрина, размерами ~ 700 × 700 × 150 мм; 1° сушила для сухой крови держат в пределах 70—80°. Тазы приходятся через определенные промежутки времени доставать из сушила специальной длинной кочергой и сушащийся фибрин перелопаживать, т. к. иначе образуется толстая верхняя корка, которая не дает возможности высушить товар. В черной печи сырой фибрин держат от 24 до 48 ч. По высушке получается сухой товар—сухая кровь в кусках разной величины от 5 до 30 мм диаметром. Для получения кровяной муки производят перемол на мельнице «Перплекс» или пользуются особой кровяной аппаратурой. Сухую кровь и кровяную муку укупоривают в мешки по 80 кг нетто.

Кровяной активированный уголь, ранее импортировавшийся в СССР из-за границы, был получен Натуссом-Андреевым на московском заводе (1924 г.). Сухая кровь идет также на производство синькалы (см. *Кровяная соль*). Переработка крови по отстойному способу в германской альбуминной промышленности несколько видоизменена. Там резку на кубики цельной желатинированной крови производят на специальном серум-отделителе, позволяющем механически производить работу отделения сыворотки. Производительность таких аппаратов—до 1000 кг кровяных телец. Процесс высачивания светлой сыворотки также механизирован. Высачивание ведут в течение 24—48 ч. Считают, что отстоем получают за 24 ч. 30% светлой сыворотки, а при 48-часовом отстое—ок. 40% от веса крови-сырья. Кровяные сборочные сосуды смазывают маслом. За границей наибольшее распространение имеет отстойный способ получения светлой сыворотки и светлого альбумина.

3. Сепараторный способ К. п. с точки зрения механизации является наилучшим и получаемая продукция при этом качественно очень высока. Кровяные сепараторы фирмы Альфа-Лаваль, давая неоспоримые плюсы в смысле выхода продукции, до сих пор не смогли дать совершеннейших сывороток. В наст. время светлая сепараторная сыворотка темнее отстойной светлой сыворотки и для осветления ее до требуемого оттенка приходится вводить значительно больше специальных химических веществ, чем при отстойном способе. Центрифугирование крови имеет то преимущество, что не создается условий, могущих вредно влиять на мицеллы коллоидальных растворов, а поэтому будущее аппаратов центрифугального разделения огромно. Кровяной сепаратор в комбинации с распылительными сушилками дает возможность работать без применения специальных химических веществ или лишь при небольшом их добав-

лении. На кровяном сепараторе (к-рый отличается от молочного лишь особым устройством тарелок) можно: 1) выделять сыворотку, освобожденную от кровяных телец, или 2) концентрировать красные кровяные тельца. Кровь до пуска на сепаратор д. б. дефибрирована и тщательно профильтрована для удаления из волокон фибрина. Рекомендуется при пуске промывать сепаратор кипятком для стерилизации его. Получаемая непосредственно с мельницы «Перплекс» кровяная масса итти на сепаратор не может, так как при этом сыворотка бывает окрашенной. Если кровь дефибринировать 10%-ным раствором цитрата натрия (при отношении 5 : 100), то дефибрированная сыворотка разделяется на светложелтую светлую сыворотку (оттенка отстойной сыворотки) и темноокрашенную черную сыворотку. Количество сыворотки и красных телец в крови варьирует в зависимости от возраста и пола животных и др. условий. Производительность подачи материала на сепаратор меняется от установки того или иного мунштука на трубопроводе подачи (6-шт. комплект к сепаратору). После употребления сепаратор д. б. тщательно очищен. На сборку и чистку его требуется до 1 ч. в день. Обслуживающий персонал: 1 сепараторщик и 1 чернорабочий. Рекомендуется иметь не меньше двух кровяных сепараторов: 1 рабочий и 1 запасный. Электрич. мотор в 1,5 HP расположен на одной плите с сепаратором и составляет с ним агрегат. Сыворотка подается в сепаратор: 1) ручным способом (заллив), 2) из напорного верхнего бака с поплавком, причем бак имеет паровую или холодильную рубашку, и 3) из нижнего бака, из к-рого сыворотка по оцинкованному трубопроводу самотеком течет на поплавок сепаратора. После сепарирования получаемая сыворотка собирается в сборники, откуда она насосами нагнетается в сушила. Отсепарированную сыворотку перед сушкой в камерных сушилах обрабатывают кислым или щелочным способом (см. выше).

Продукты, получаемые при сепараторном способе К. п., и примерные выходы их указаны в приведенной схеме.



Новые э-ды в СССР: Ростовский, Киевский, Тифлисский, Астраханский, Петропавловский и Полтавский (концессионный) оборудованы усовершенствованными сушильными устройствами.

Практика альбуминного дела рекомендует при современных условиях выработку светлого альбумина производить при условии ежегодного убоя не менее 50 000 голов.

В настоящий момент сепараторный светлый альбумин на русском рынке требуется в сравнительно небольших количествах—ок. 25—30 т в год, а на заграничный рынок он

Табл. 2.—Сравнительные выходы продуктов К. п. при отстоечном и сепараторном способах (в % от веса сырья крови).

Вид товара	Отстоечн. способ *	Сепараторный способ	
		на практике	по теоретич. расчету
Светл. альбумин	1,9	4	5,7
Черн. »	10,5	11	10,0
Сухая кровь . .	6,25	3	2,5
Итого . .	18,65	18	18,2

\* По германским данным.

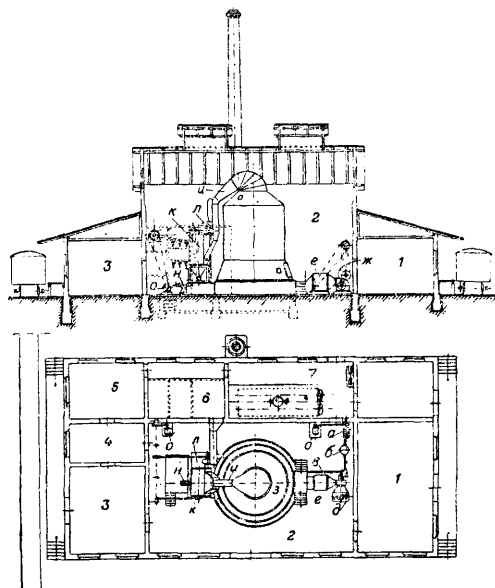
только выходит. Преимущество сепараторного способа перед отстоечным заключается также и в значительно меньшей площади рафинировочного цеха, которая составляет для 3-да на 50 000 голов убоа на 50 т крови в год при сепараторном способе ~ 96 м<sup>2</sup>, в то время как рафинировочное отделение при отстоечном способе при той же сырьевой базе займет ~ 130 м<sup>2</sup>; кроме того при сепараторном способе производство в большей степени механизировано.

Сыворотки «светлая сепараторная» (уд. в. 1,030) и «черная сепараторная» (уд. в. 1,047) близки к отстоечным светлой и черной сывороткам, но количество сухих веществ в них иное, чем в отстоечных: в светлой сыворотке 9,5%, а в черной 33—35%. Светлая сыворотка содержит серум крови и только немного красных кровяных телец, в то время как черная сыворотка является концентратом красных кровяных телец.

Сушку сывороток, полученных сепараторным способом, производят в камерных и канальных сушилках. Для небольших производств рекомендуется иметь тазиковую сушилку на 1 000—2 000 тазиков, или на 400—800 кг черной сыворотки в день, на паровом обслуживании котла низкого давления типа Стребеля, Балтик и пр., т. к. температура в сушилке не должна подниматься выше 65°. Пар проводят по хорошо изолированному паропроводу в 1 1/2". Такие котлы дешевы, не требуют особой котельной и не подлежат контролю котлонадзора. По типу котла Балтик можно изготовлять паробразователи с давлением 0,5 atm, заменяя в них систему предохранительных клапанов открытой водяной трубой. Этим способом можно нагревать через калорифер воздух, к-рый затем вентиляционной системой подается в сушило, и т. о. получается тазиковая сушилка с регулируемой температурой и обменом воздуха. Нейтрализованные сыворотки подаются насосом в напорный бак, из к-рого они поступают на «ушаты», а из последних по сушильным тазикам разливается ручным способом или при помощи планга с особым краном. Норма сепараторной сыворотки на тазик для светлой сыворотки такая же, как и при отстоечном способе, т. е. 250—300 г на тазик, а черной сыворотки в виду меньшего содержания в ней воды (33—35% сухих веществ)

берется на тазик не более 250—300 г; приведенные данные могут колебаться в зависимости от устройства сушилки. Наилучшей t° для сушки считается 45 ÷ 55° в зависимости от периода ее. Парокалориферные камерные сушилки рассчитывают на 3 000—5 000 тазиков и процесс сушки ведут 12—16 ч. Для экономии площади вентиляционно-сушильные калориферы и вентилятор устраивают над сушилками. Там же ставят и напорные баки для сывороток. Можно ставить и канальную парокалориферную сушилку, которая имеет применение в Америке и З. Европе. Иногда применяют также эти сушилки с разгрузкой по обе стороны канальной сушилки. Можно осуществить и комбинированную схему сушилки, к-рая являлась бы комбинацией камерной и канальной сушилок. Для технической правильной ухода за сушилкой требуется внимательно следить за ихсхметром и термометром как в сушилке, так и снаружи ее. Сушильщик снабжается специальной таблицей—диаграммой сушки, по к-рой он бы мог регулировать работу вентилятора и калорифера. Так как t° и степень насыщения воздуха водяными парами меняются по сезонам года, то обыкновенно необходимо иметь расчет на три периода: зиму, осень и весну и лето.

Вакуумные барабаны Пасбурга также могут применяться для сушки сывороток, причем благодаря применению вакуума они должны давать хороший товар. По принци-



На фиг. изображен план германского альбуминного завода на распылительных сушилках. Обозначения: 1—помещение для сырья (рафинировочный цех); 2—сушильный цех, где а—компрессор; б—воздушный баллон; в—трубопровод; д—фильтр для воздуха; е—калорифер; ж—нагнетатель свежего воздуха; з—сушильная башня; и—«хобот» башни; к—фильтр «бета»; л—эксгаустер выхлопной; м—шнек для порошка; н—электромотор; о—склад готового товара; п—кочетора; р—лаборатория; с—рабочее помещение; т—котельная.

пу их устройства они составляют переход к выпарным установкам с движением жидкости. Специальные сушильные вакуум-пено-



очистительные устройства также сушат яичный белок, желток, молоко, кровь и т. п. Барабаны делают от 0,5 до 10 об/м. Кроме того для сушки сывортки применяют барабан «Империл», распылительные сушилки, фильтр-сушилки, двухвальцовые сушилки (с вакуумом и без вакуума).

**Альбуминный клей.** В СССР—большая потребность в кровяном альбумине в связи с громадным ростом фанерной промышленности; спрос на него превышает предложение; за границей требование на кровяной альбумин неограниченное.

Эмпирический анализ в альбуминной практике определяет следующие качества кровяного альбумина: цвет, запах, загниваемость, излом, форму кристаллов, общий внешний вид, эмпирическую клейкость и растворимость в воде. Химический анализ альбумина должен предусматривать: 1) запах альбумина и загниваемость, 2) влажность, 3) растворимость альбумина в спирте (растворимость белковых веществ), 4) % жира, 5) % золы, 6) % азота, 7) реакцию растворов клея и определение в них  $R_{\text{н}}$ . Физический анализ должен предусматривать: 1) набухаемость в воде, 2) свертываемость, 3) тонкость порошка, 4) уд. в., 5) клеящую способность при нормальных условиях и при действии влаги, 6) вязкость, 7) водоупорность.

Анализ сухого фибрина и сухой крови должен определять: 1) запах и загниваемость, 2) влажность, 3) % азота, 4) % белковых веществ, 5) удельный вес, 6) тонкость помола.

За границей стандарта на альбумины нет. Крепость клея из альбумина для фанеры должна удовлетворять условиям, изложенным в ОСТ, № 122. Испытание склейки фибрином дало (опыты Волгина) такие показатели: 7,94 кг/см<sup>2</sup>—крепость на скалывание по клею в сухом состоянии (против нормы для альбуминного клея в 13,0 кг/см<sup>2</sup>), т. е. крепость клея оказалась равной 61 % нормы; проба на водоупорность — 3,95 кг/см<sup>2</sup> против нормы в 6,0 кг/см<sup>2</sup>, т. е. 65,8 % нормы. Состав различных альбуминов приведен в табл. 3. При изготовлении альбуминного клея каждый сорт альбумина требует своих специфических условий приготовления и употребления. Типичные составы альбуминного клея. I. Растворяют при 27°: а) 100 вес. ч. черного альбумина (кристаллического), б) 1 000 вес. ч. воды, в) вводят в виде известкового молока (1:10) 1,33 вес. ч. СаО, все размешива-

ют и дают вызреть при темп-ре 20° около 1 часа. II. Клей американский для фанеры: 100 вес. ч. черного альбумина ( $P_b \geq 90\%$ ), 180 вес. ч. воды при темп-ре 27°, 4 вес. ч. нашатырного спирта удельного веса 0,90, 3 вес. ч. гашеной извести. III. 6 вес. ч. черного альбумина, 11 вес. ч. воды, 0,25 вес. ч. нашатырного спирта и 13 вес. ч. гашеной извести. В США применяют при склейке сдавливание прессом с различной силой в зависимости от сорта дерева и его поверхности; обычно давление доводят до 14 кг/см<sup>2</sup> при температуре 100—150°. Время, необходимое для склеивания, находится в зависимости от толщины фанеры; например для трехслойной фанеры в  $\frac{3}{16}$ " требуется 3 мин. В Америке также применяют параформальдегидный альбуминный водоупорный клей для холодного и горячего прессования. Рецепт его: 100 вес. ч. растворимого черного альбумина ( $P_b$  не менее 90%), 120—200 вес. ч. воды, 5,5 вес. ч. аммиака (удельн. вес 0,90) и 15 вес. ч. триоксиметилена (параформальдегид). Альбуминный клей приготавливается в мешалках с горизонтальной или вертикальной осью.

Табл. 3.—Свойства наиболее типичных альбуминов, изготовляемых в СССР (в %).

Место изготовления и продукт	Влажность	Растворимость *1		Растворимые белковые вещества	Жир	Зола	Год анализа
		$P_c$	$P_b$				
Московский э-д: Светлый альбумин . . . . .	9,7	98,5	8,0	68,8	1,33	10,53	1924
Черный альбумин . . . . .	9,9	88,0	80,0	71,2	1,72	5,27	—
Тифлиссский э-д: Светлый альбумин . . . . .	—	93,0	—	—	—	—	1929
Тамбовский э-д: Черный альбумин . . . . .	12,70	86,57	75,57	Белка 85,84	—	4,88	—
Орловский э-д: Черный альбумин . . . . .	15,20	95,7	81,2	Белка 70,3	1,40	4,10	1929
Ростовский э-д: Светлый альбумин (порошок, без химикалий) . . . . .	5,3	98,50	93,33	75,6	—	—	1929
Светлый альбумин (порошок с химикалиями) . . . . .	6,12	90,06	85,05	74,0	—	—	—
Ростовский чер- ный альбумин . . . . .	6,26	83,66	87,9	82,69	0,83	1,68	1929
Черный альбумин (порошок из свозной крови, с химикалиями) . . . . .	5,60	—	80,12**	81,0	—	—	—

\*1  $P_b$  обозначает растворимость на влажный, а  $P_c$  — на сухой альбумин.  
\*\* Свояная кровь понижает растворимость.

Продукты К. п. употребляются в фанерной и деревообделочной промышленности, в кожевенной промышленности, в писчебумажной, при производстве фотографическ. альбуминной бумаги, фармацевтич. препаратов (гематоген, тавнальбин, железистый альбу-

минат и т. п.), пластическ. масс. в кондитерском деле, в колбасном производстве и пр.

Лит.: Родионов К., Использование отбросов боенского дела, М., 1928; Половинкин Ф. П., Мясное и боенское дело, М.—Л., 1929; Христовуло Д. А., Продукты скотобоев. Справочное руководство по боенскому делу, М., 1923; Мясное дело. Справочник для мясозаготовителей, М., 1926; Зароченцев М. Т., Производство бакона, Л., 1926; Абдергальден Э., Основы нашего питания и обмена веществ, пер. с нем., Л., 1926; Комаров Н. С., Холод. Руководство по холод. делу, М., 1924; Чувский И. А., Физиология человека и животных, 8 издание, М.—Л., 1925; Любавин Н. Н., Технич. химия, т. 7, Органич. вещества, ч. 3, вып. 3, Альбумин и клей, М., 1923; Гинзбург Р., Практич. руководство к клинич. гематологии, Минск, 1928; Фрейфельд Е., Курс гематологии, М., 1927; Дюкло Ж., Коллоиды, перевод с франц., Л., 1924; Керстнер О. и Книппинг Г., Питание человека, М.—Л., 1928; Парсонс Т., Основы биохимии в приложении к физиологии человека, пер. с англ., М.—Л., 1928; Песков Н., Коллоиды, М., 1925; Лещинская О., Оболочка красных кровяных шариков как коллоидная система и ее изменчивость, М.—Л., 1929; Паули В., Белки и коллоиды, пер. с нем., М.—Л., 1928; Прынцшиков Д., Белковые вещества, 2 издание, М., 1926; Менсес Л., Коллоид. химия и ее применение в промышленности, М., 1926; Фокин П. Ф., Методы и орудия химич. техники, ч. 1, П.—М., 1923, ч. 2, Л., 1925; Раковский А. В., Химико-технич. исследования кровяного альбумина, «Труды ЦАГИ», 1928, вып. 34; Андреев-Натусс В. и Волгин В., Теоретич. и практич. основы альбуминового дела как части химич. технологии, М. (печат.); Стандарты на альбумин авто-авиоматериалов, М., 1927; Бочаров Н. Ф., Исследование стolarsких желатиновых клеев, «Труды ЦАГИ», 1926, вып. 27; «Труды комиссии при НТУ ВСНХ СССР по альбуминовой промышленности», Москва, 1924—25; Песочник А. Н., Фармерное производство, Л., 1926; «Холодильное и боенское дело», М.; Rupprecht K., Fabrikation v. Albumin und Eierkonserven, 2 Aufl., W.—Lpz., 1903; Scheger R., Das Kasein, W.—Lpz., 1919; Blücher H., Plastische Massen, Leipzig, 1924; Marg O., Das Trocknen u. Trockner, Mch., 1923; Hausbrand E., Das Trocknen mit Luft u. Dampf, 5 Aufl., Berlin, 1924.

В. Натусс-Андреев.

**КРОВЯНАЯ СОЛЬ.** Желтая К. с., железистосинеродистый калий, ферроцианид калия, желтое синькалий,  $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ , крупные светложелтые кристаллы моноклинной системы, удельн. в. 1,86; 100 ч. воды при 15° растворяют 25 ч., при 100°—около 100 ч. соли. При  $t^\circ$  выше 100° соль теряет всю кристаллизационную воду; при накаливании она разлагается, выделяя азот и оставляя  $KCN$  и карбид железа  $FeC_2$ , окислителями переводится в красную К. с. (см. ниже); в растворах реагирует как комплексная соль, образуя ионы  $K^+$  и комплексный четырехвалентный анион  $Fe(CN)_6^{4-}$ . При действии соляной кислоты желтая К. с. дает свободную железистосинеродистоводородную кислоту,  $H_4Fe(CN)_6$ , в виде непрочного белого осадка; с крепкой серной кислотой выделяет окись углерода, а с разбавленной—синильную кислоту,  $HSCN$ . С солями окиси железа образует синий осадок берлинской лазури.

Желтая К. с. содержится в аммиачной воде газовых з-дов; она получается также при растворении измельченного металлич. железа или гидрата закиси железа,  $Fe(OH)_2$ , или сернистого железа,  $FeS$ , в цианистом калии, или цианистого железа,  $Fe(CN)_2$ , в едком кали. Фабрикация желтой К. с. по старому, теперь уже почти совершенно оставленному, способу заключается в том, что азотсодержащие животные отбросы (кожа, кровь, рога, сухожилия, шерсть и т. п.) обугливают при возможно низкой  $t^\circ$ , причем получается ок. 30% животного угля с 5—7% азота; далее

уголь прокаливают в смеси с поташом и остатками железа, плав выщелачивают водой и из раствора выкристаллизовывают желтую К. с. В настоящее время  $K_4Fe(CN)_6$  получают почти исключительно в качестве побочного продукта при сухой перегонке каменного угля, 7—25% азота которого отщепляется в форме  $CN$ -группы (синильная кислота,  $HSCN$ , свободный дициан,  $C_2N_2$ , и т. д.). Улавливание цианистых соединений из каменноугольного газа газовых з-дов производится одновременно с поглощением сероводорода—путем пропускания газа через адсорбер, содержащий влажн. гидроксид железа,—или в специальном «циановом» промывателе. По наиболее вероятной схеме часть гидрата окиси железа переводится аммиаком и сероводородом в сульфид,  $FeS$ , который с цианистым водородом дает  $Fe(CN)_2$ . В газе коксовых печей цианом утилизируется редко. Чем меньше воды образуется при пиролизе угля, тем выше выход цианистых соединений. Светильный газ из вертикальных реторт содержит в 100 м<sup>3</sup> 200—300 г циана (из расчета на  $CN$ -группу), газ из горизонтальн. реторт и коксовых печей от 100 до 150 г. Остаточная газоочиствительная масса содержит циан частью в виде берлинской лазури,  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ , частью же в виде роданистого аммония,  $NH_4SCN$ ; в воздушносухой массе содержится до 15% берлинской лазури, 40—50% свободной серы, 1—4% роданистого аммония и 1—4% сульфата аммония. Если  $HSCN$  улавливается до очистки газа от серы (как это часто делают в последнее время), то очистная масса в этом случае содержит не более 4% берлинской лазури и переработка ее на кровяную соль невыгодна.

Получение К. с. из очистной массы сводится к обработке ее гашеной известью и выщелачиванию водой. Вследствие большого содержания в массе свободной серы, аммонийных и роданистых солей многие заводы предварительно их удаляют. Растворимые соли извлекаются промывкой; часто отделяется и сера, для чего сухую размельченную и просеянную массу обрабатывают в экстракторах сероуглеродом. Выщелоченную массу смешивают с порошком гашеной извести, прибавляемой в количестве, соответствующем содержанию ферроцианида, и обрабатывают водой. Полученный раствор  $Ca_2Fe(CN)_6$  концентрируют в железных чанах, освобождают от примесей и прибавлением хлористого калия (при перемешивании и  $t^\circ$  не ниже 80°) осаждают труднорастворимую двойную соль  $K_2CaFe(CN)_6$ . Последнюю отфильтровывают, промывают водой и обрабатывают в котле с мешалкой водным раствором поташа; при кипячении выделяется  $CaCO_3$ . Прозрачный раствор желтой К. с., сконцентрированный до 30—31°  $B\epsilon$ , подвергают кристаллизации в чугунных чанах в течение 14 дней.

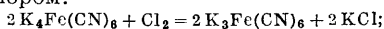
Многие газовые з-ды абсорбируют синильную к-ту до сухой очистки газа раствором железного купороса; получается коричневый смолистый шлам (циановый ил), содержащий 18—20% циана (гл. обр. в виде аммонийных солей), который по описанному выше методу перерабатывается на К. с. Иногда синильную кислоту поглощают смесью гидрата закиси железа и известкового молока;

при этом непосредственно образуется раствор  $\text{Ca}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ , перерабатываемый на К. с. Имеются также предложения получать К. с. из роданистых солей.

Желтую К. с. применяют для производства берлинской лазури (милори), красной К. с., цианистого калия, в крашении (получение черного анилина), в печатании, напр. алizarиновым, фиолетовым и запарным черным. В СССР работает небольшой государственный синькалевый завод у ст. Горкино Северных ж. д., ведущий производство полукустарным способом из животных отбросов.

Железисто-синеродистый натрий,  $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , получается подобно калийной соли, но с соответствующей заменой калийных солей натриевыми. Из газоочистительных масс соль получается, по отделению растворимых солей, смешением массы с известью и последующим выщелачиванием сульфатом натрия. Она получается также из синильной к-ты при промывке светильного газа раствором соды со взмученным в нем гидратом закиси железа. Из растворов  $\text{Ca}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$  натриевая соль получается путем обработки содой или, лучше, хлористым натрием и дробной кристаллизацией. Кристаллизуется, как и калиевая соль, в моноклинной системе. В 100 ч. воды при 18° растворяется 29,45 ч., при 100°—161 ч. соли. Используется главным образом для получения цианистого натрия; фабрикуется в гораздо меньшем количестве, чем соль калия.

Красная К. с., железосинеродистый калий, феррицианид калия, соль Гмелина,  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ , гранатово-красные ромбич. призмы уд. в. 1,845; 100 ч. воды при 15° растворяют 40,8 ч., при 100°—77,5 ч. соли. В водном растворе разлагается на свету, образуя желтую К. с. Наиболее старый способ получения—окисление желтой кровяной соли хлором:



процесс идет как в водном растворе, так и при обработке сухой соли. По мокрому способу в 10%-ный водный раствор желтой кровяной соли пропускают при перемешивании газообразный хлор (до прекращения посинения пробы раствора с  $\text{FeCl}_2$ ); затем раствор нейтрализуют едким кали, выпаривают в медных сосудах до 27° Вé и подвергают медленной кристаллизации. Маточный раствор упаривают до 29° Вé и снова кристаллизуют. Выход равен 85—90% теории; продукт содержит примесь  $\text{KCl}$ . По сухому способу размолотую желтую К. с. обрабатывают в свинцовых камерах сухим газообразным хлором. В качестве окислителей при получении красной К. с. предлагали также перекись свинца, пятиокись ванадия, персульфат, однако более удобно окислять перманганатом,  $\text{KMnO}_4$ , двойную соль,  $\text{K}_2\text{CaFe}(\text{CN})_6$ , суспендированную в растворе поташа, при одновременном пропускании углекислоты. После окисления и отстаивания от взвеси  $\text{CaSO}_3$  и  $\text{MnO}_2$  получается чистый концентрированный раствор  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ , к-рый слегка упаривают и подвергают кристаллизации. Большая часть производимой в Германии красной К. с. получается электролитич. путем. Электролиз ведут с никелевыми электродами и диафрагмой при  $t^\circ$  40—50°, ано-

лит—католи. раствор желтой К. с., католи—разбавленный раствор КОН. Красная К. с. применяется в ситцепечатании для вытравок по кубу и при получении на ткани анилинового черного красителя; вследствие указанной выше светочувствительности она употребляется для изготовления светочувствительной копировальной бумаги (синьки).

Лит.: Будников П. П., Химич. технология минеральных веществ, Ив.-Вознесенск, 1927 (подробно описано получение К. с. из животных отбросов); Лидов А. П., Краткий курс газового производства, Харьков, 1911; *Chemische Technologie d. Neuzzeit*, hrsg. v. O. Dammmer-Fr. Peters, 2 Aufl., B. 3, p. 115—121, Stg., 1927; Ullm. Enz., B. 3; Grube G., Die elektrolytische Darstellung d. Ferricyanalliums, Stuttgart, 1913.

А. Памфилов.

**КРОКИ**, чертеж машины, прибора, модели или их отдельной детали, выполненный с натуры карандашом, обычно на клетчатой бумаге, от руки или с помощью простейших чертежн. инструментов, с сохранением масштаба общих очертаний и подробностей. К. должно быть настолько подробным, чтобы, пользуясь им, м. б. воспроизвести чертеж в любом масштабе вплоть до построения лекал в натуральную величину. Разрезы чертежей К. заштриховываются различными тонами не только для наглядности, но и для указания материалов, из к-рых изготовляются те или другие части модели; на полях К. помещаются соответствующие условные знаки и, если нужно, краткие пояснения.

К. местности являются результатом глазомерной съемки и составляются в виде схемы, набросанной с натуры, причем все расстояния и направления определяются и намечаются как в глазомерной съемке. Масштаб на К. местности соблюдается приблизительный. Некоторые расстояния и углы, важные для данного случая, надписываются в крупных единицах меры с округлением. К. вычерчиваются карандашом, черным или цветными, по существующим условным знакам; рельеф изображается неравноотстоящими горизонталями или штрихами; прорисовывается направление магнитного меридиана по буссоли или на-глаз по солнцу; указывается *масштаб* (см.).

На самом К. или на особом листе бумаги помещается описание местности, легенда, дополняющее план, без повторения того, что уже изображено на нем условными знаками. В легенде помещаются напр. следующие сведения: 1) характеристика местности в географич. и топографическ. отношениях; характер почвы; степень проходимости гор, лесов, рек и т. п.; заметки о климате; 2) статистич. сведения о численности и густоте населения и другие сведения экономич. характера.

На К. местности, изготовленном для военных целей, обозначается расположение войск в условиях боевого задания (наступление, оборона и т. д.), а также направление, откуда ожидается противник. Военное К., набросанное на-глаз с местности или с карты, называется отчетной карточкой и обычно прилагается к донесениям. **О. Дитц.**

**КРОКИДОЛИТ**, жидкокатая разновидность минерала рибекита; система моноклиническая; уд. в. 3,2—3,3; химич. состав  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ . Волокна К.—длиной от 3 до 35 мм, голубого цвета, поэтому его часто называют голубым асбестом.

Иногда К. бывает проникнут кварцем, вследствие чего принимает бурый цвет; такая разновидность его под названием т и г р о в ы й г л а з после шлифовки приобретает красивый шелковистый блеск. В разности под названием соколиного глаза волокна К. сохраняют в кварце свой голубой цвет. Обе разности применяются для изготовления мелких поделок. Встречается К. в Юж. Америке (близ г. Крика), в Зальцбурге (близ Голлинга). См. *Спр. ТЭ*, т. 1.

*Лит.*: «НИ», т. 1, Л., 1926; Лебедев Г., Учебник минералогии, СПб, 1907; Faу A., A Glossary of the Mining and Mineral Industry, Wash., 1920; L a d o o R., Non-Metallic Minerals, New York, 1925.

**КРОКОИТ**, красная свинцовая руда, хромовая свинцовая руда, минерал моноклинной системы; кристаллы, столбчатых форм, соединены в друзы; излом раковистый; цвет гяинциново- либо желтовато-красный; черта померанцево-желтая; блеск алмазный; К. просвечивает, мягок; тв. 2,5—3; удельн. вес 5,9—6; химическ. состав  $PbCrO_4$  (69,04% PbO и 30,96%  $CrO_3$ ). Перед паяльной трубкой крокоит растрескивается и темнеет; на угле плавится; с фосфорной солью или с бурой в восстановительном пламени дает темное, а в окислительном—зеленое окрашивание; растворяясь в КОН, придает жидкости желтое окрашивание; в горячей HCl К. растворяется с выделением Cl и осаджением  $PbCl_2$ . Крокоит встречается и с иными свинцовыми рудами (см.) в Бразилии, Атакаме, Рецбани, Тасмании, на о-ве Люцне и в др. местах; в СССР—на Урале (Березовский рудник, Точильная гора близ деревни Мурзинки, Бертевая гора близ Нижнего Тагила). Вместе с другими свинцовыми рудами К. служит для выплавки свинца. См. *Спр. ТЭ*, т. 1.

*Лит.*: Мейстер А. К., Металлические полезные ископаемые СССР, М.—Л., 1926; Лебедев Г., Учебник минералогии, СПб, 1907; Faу A., A Glossary of the Mining and Mineral Industry, Wash., 1920.

**КРОКУС**, естественный и искусственный абразивный материал (см.), применяемый для полировки металлов, оптич. и других стекол, тонких технич. изделий из камня и в особенности драгоценных камней. В промышленности известно два вида К.—железный и хромовый. Наиболее часто применяется К. ж е л е з н ы й, называемый также К. красным, колькотаром, кровавиком, английской красной, полировальным красным порошком и т. д. По хим. составу этот вид К. представляет окись железа  $Fe_2O_3$  в виде тонкого и весьма однородного порошка. В качестве естественного материала К. получается из особенно чистых разновидностей плотного и землистого красного железняка (см. *Гематит*), предварительно подвергнутого помолу и тщательному отмучиванию; такой красный железняк называется иногда в а п о м. Встречаются вторичные месторождения гематита в виде тонкого, естественно отмученного порошка, дающие крокус, пригодный к употреблению либо непосредственно (Röthel) либо после отделения примесей глины, песка или углекислого кальция. Очистка и переработка естественного гематита довольно хлопотлива и потому использование естественных месторождений ограничено. К. получается также искусственным пу-

тем: прокаливанием железного купороса с хлористым натрием, прокаливанием *капиту мортуум* (см.)—осадка, получаемого в дистилляционных сосудах при производстве серной к-ты, с 2—6% хлористого натрия. Подобным образом обрабатывается железный шлам квасцового производства; путем отмучивания водой получают разной степени измельчения порошки, просушиваемые затем на воздухе и прокаливаемые в печах, которые состоят из ряда камер, подвергающихся разной степени нагрева. К. получают также из закисного шавелевокислого железа, подвергаемого прокатке.

К. железный характеризуется темнокрасным цветом, твердостью зерен 5,5—6,5 и удельным весом 5,19—5,28. Для полировки применяются также охристые разности красного железняка и глинистые тонко измельченные окислы железа, получаемые иногда в качестве отброса различных производств, напр. красочного—при изготовлении мумий. К глинистым окислам железа, применяемым для полировки, относятся напр. железные бокситы Рудной Горки Тихвинского района Ленинградского округа; можно предвидеть, что такое же значение будут иметь нек-рые красные железняки Урала. Во многих железорудных месторождениях СССР—напр. Кутимских в Чердынском районе Верхнекамского округа, в Криворожских и др.—встречаются оолитовые гематиты, тоже применимые как К. Для полировки зеркал и специальных отражателей приборов употребляются отполированные поверхности лучистого красного железняка, т. наз. спекулярита, или зеркального камня, с твердостью  $\leq 1$ . К. находит также применение в качестве минеральной краски.

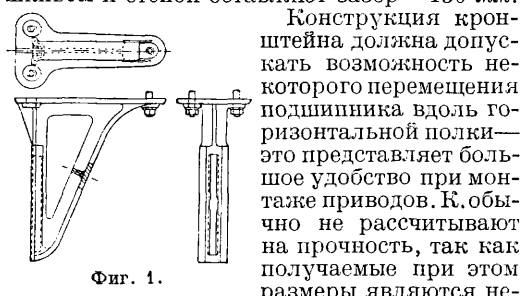
К. х р о м о в ы й представляет собой окись хрома,  $Cr_2O_3$ , в виде весьма твердых, отличающихся радужными цветами чешуек с уд. в. 5,01. Он получается искусственно, прокаливанием чистого хромиска или хромпика с хлористым натрием и последующим выщелачиванием водой.

*Лит.*: Ферман А. Е. и Порватов Б. М., Абразивные материалы, «НИ», т. 1, Л., 1926; Ферман А., Порватов Б., Кузнецов Е., Абразивные материалы, «Материалы для изучения естественных производительных сил СССР», Л., 1926; Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и сельском хозяйстве, 2 изд., Л., 1927; Аршинов В. В., «Рудный вестник», Москва, 1917, 3—4; Химико-технический справочник, ч. 1, П., 1923 и ч. 2, Л., 1925; D ö l t e r C. u. L e i t m e i e r H., Handbuch der Mineralchemie, B. 3. T. 2, p. 629—639, Dresden—Leipzig, 1919—22; D a m m e r B. u. T i e t z e O., Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme d. Erze, Kohlen und des Petroleum, B. 1, p. 276—279, Stuttgart, 1928; Wachwits K., «Schleifmittel-Industrie», Berlin, 1925, 9, p. 188; W a h l b u r g W., Schleif-, Polier- u. Putzmittel, 4 Aufl., Wien—Leipzig, 1922; G r u n e r J. W., «Economic Geology», Urbana, 1926, p. 21.

П. Флоренский.

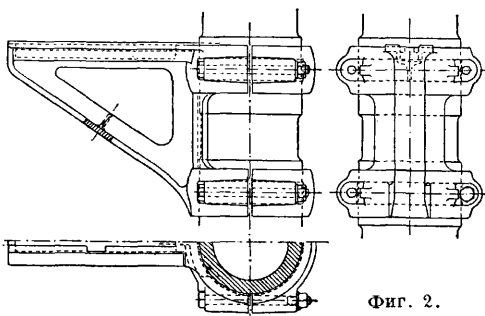
**КРОНШТЕЙНЫ**, детали трансмиссий, служащие для прикрепления на них подшипников при установке приводных валов вдоль стен или около колонн на значительной высоте от пола. К. большей частью отливаются из чугуна. К. бываю настенные (фиг. 1) и наколонные (фиг. 2). У К. обыкновенно обрабатывается верхняя поверхность, на которой устанавливается подшипник. Стороны К. б. ч. имеют тавровое или коробчатое, а укосины—также и крестовидное се-

чение. Длина горизонтальной полки К. зависит от размеров шкивов, причем между шкивом и стеной оставляют зазор ~ 150 мм.



Фиг. 1.

Конструкция кронштейна должна допускать возможность некоторого перемещения подшипника вдоль горизонтальной полки— это представляет большое удобство при монтаже приводов. К. обычно не рассчитывают на прочность, так как получаемые при этом размеры являются недопустимыми с точки зрения литейной практики и в виду малой получаемой при этом жесткости, ведущей к дрожанию К., а вместе с ним и всей линии вала. Обычно К. делаются стандартных моделей, причем размеры их меняются в зависимости от



Фиг. 2.

диаметра вала и максимального выноса К. Расстояние между анкерными болтами, крепящими К. к стене, делается обычно равным выносу К.

Лит.: Берлов М. Н., Детали машин, вып. 8. СПб, 1912; Нормы герм. промышленности, кн. 6 DIN. Трансмиссия, Москва, 1927; Кале К., Детали машин в вопросах и ответах, т. 1—2, пер. с нем., М., 1926—27; Грейнер В., Трансмиссия, пер. с нем., Москва, 1928; Худяков П. К., Как рассчитывают на крепость части машин и сооружений, 2 изд., М., 1927; Jellinek S., Transmission, В., 1912. В. Туркус.

**КРОССБРЕДНАЯ ШЕРСТЬ** получается от овец кроссбредной породы, образовавшейся от скрещивания английских грубошерстных баранов, преимущественно линкольнов, с матками тонкорунных (мериносовых) овец. Шерсть кроссбредов обладает значительным блеском, свойственным английским грубошерстным овцам, а сравнительная тонина волокна шерсти объясняется примесью крови мериносовых овец. К. ш. относится к категории полугрубых шерстей, причем своими качествами—как крепостью, так и равномерностью волокна—в значительной мере превосходит русскую полугрубую шерсть. Тонина ее в среднем колеблется около 0,04 мм и на 10 мм длины волокна в среднем приходится около 57 чешуек. Согласно принятой бредфордской классификации тонина К. ш. определяется цифрами от 32 до 56, причем более высокий номер характеризует собой более тонкую шерсть. Лучшими кроссбредами считаются южноамериканские, происшедшие от скрещивания америк. тонкорунных овец рамбулье с английск. линкольнами. Выход мытой шерсти из грязной у этих

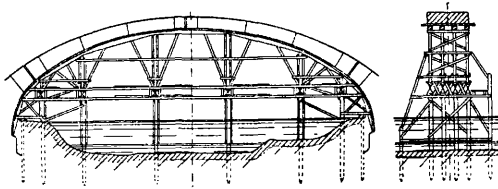
кроссбредов доходит до 65%. За южноамериканскими кроссбредами по качеству следуют новозеландские, австралийские, капские и пр. Все породы кроссбредов соединяют в себе два весьма ценных качества: хорошую шерстность и вкусное мясо. Кроссбредная шерсть по типу—камвольная.

Лит.: Канарский Н. Я., Шерсть и ее обработка, т. 1, вып. 1, М., 1923; Handb. d. Weberei, hrsg. v. J. Schams, 5 Aufl., Lpz., 1923. К. Лаппехт.

**КРУГОВЫЕ ФУНКЦИИ**, см. Тригонометрия.

**КРУЖАЛА**, вспомогательные сооружения для придания аркам и сводам требуемого очертания и поддержания их во время их возведения. Кружала изготовляются преимущественно из дерева, реже из железа или же из дерева с железом, дерева с железобетоном и т. п. Кружала состоят: 1) из кружальных ребер (косяков) или ферм, 2) опалубки, или настила, пришиваемого к ребрам, и 3) приспособления для приподнятия или опускания К. При кладке кирпичных сводов пролетом до 1,5 м К. состоят из 2—3 досок, поставленных на ребро. Для больших пролетов кружала состоят из толстых досок, брусьев, а в некоторых случаях из целых ферм.

К. могут быть: 1) жесткие (фиг. 1), когда кружальные ребра опираются на целую систему подкосов и стоек, передающих нагрузку непосредственно на грунт, и 2) упругие (фиг. 2), когда кружальные ребра представляют собою отдельные фермы (т. н. висячие, арочные К. и др.). Ко второму типу следует отнести башенные К., в к-рых середина кружальных ферм поддерживается специальной башней. При кладке сводов на известковом растворе изменчивость кружал особой роли не играет: незатвердевший раствор позволяет незамкнутому своду безопасно следовать за движением К., которые при загрузке замка опять принимают первоначальную форму. При портландском цементе, который успевае схватиться и затвердеть прежде, чем свод замкнут, деформация К. вызовет в нем неизбежные трещины. По-

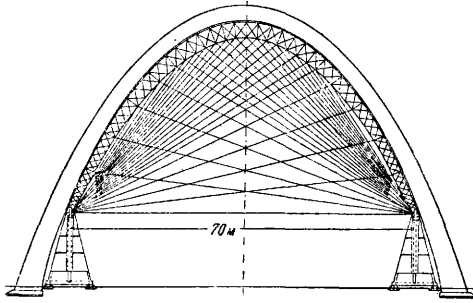


Фиг. 1.

этому основное требование, предъявляемое в последнем случае к К.,—это жесткость, к-рая достигается увеличением числа опор, передачей кратчайшим путем давления свода на опоры (верные К., фиг. 3) и применением достаточно жестких решетчатых или сплошных ферм (фиг. 2); для уменьшения осадки деревянных К. следует уменьшать число деревянных частей, подвергающихся смятию поперек волокон, и число стыков и врубок, напр. сопрягая косяки между собой непосредственным упиранием друг в друга с прокладкой цинковых или железных листов.

Опалубка делается из 2,5—6,5-см досок, а также брусчатая—сплошная или с про-

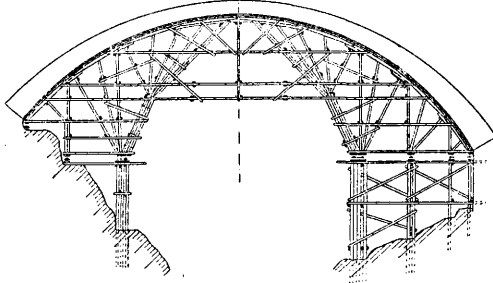
межутками (2—4 см и более). Для бетонных и железобетонных сводов опалубку остругивают. Опалубку бочарных и парусных сводов, где доски располагаются по кривым, делают из коротких досок; иногда последние



Фиг. 2.

пропаривают и потом сгибают. Для мостовых кружал опалубку делают из 7—8-см досок или брусков или же—двойной: из верхнего настила в 2,5 см и нижнего— по расчету (до 20 см).

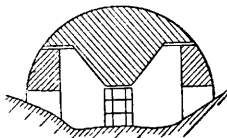
Фермы или ребра располагают обыкновенно на расстоянии 1—2 м. При кладке косых сводов целесообразнее ребра ставить



Фиг. 3.

параллельно лицу, а не нормально к оси свода, так как нагрузка К. в первом случае получается симметричной.

Жесткие К. состоят из верхней подвижной части и нижней неподвижной (фиг. 4); между ними располагают приспособления для раскружаливания; последние м. б. рас-



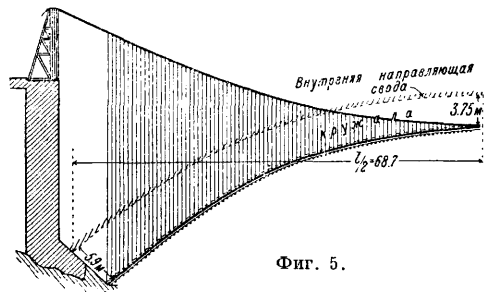
Фиг. 4.

положены и в два ряда, когда при большой высоте К. делают два подвижных яруса. Опорами для К. служат обыкновенно сваи, а иногда каменные опоры или железобетонные рамы (виа-

дук Лангвиз пролетом 100 м). Имеются следующие типы жестких кружал. 1) Сплошная система—из вертикальных стоек, передающих вертикальное давление косяков на грунт, причем горизонтальная составляющая воспринимается схватками, соединяющими стойки между собой; достоинство—простота сооружения; часто употребляется в США. 2) Подкосно-веерная система—из ряда подкосов, нормальных к очертанию свода; давление от веса свода разлагается на нормальное и касательное; последнее передается через нижележащую часть свода на устой, нормальная же сила здесь цели-

ком воспринимается подкосами, к-рые опираются или непосредственно на грунт (фиг. 3, кружала моста С.-Вааст) или на достаточно неподвижную конструкцию нижнего яруса; эта система—наиболее целесообразная из жестких типов; на веерных кружалах строился один из самых больших железобетонных мостов через реку Сену в St. Pierre-du-Vauvaу (Франция) пролетом в 132 м. 3) Подкосная система—из косяков, опирающихся на стойки и поддерживаемых подкосами (фиг. 1, мост пролетом 31 м через реку Лойзах в Баварии); применяется с успехом при средн. пролетах и при необходимости уменьшить число промежуточных опор. 4) Комбинированный подкосный тип—из сочетания ригельных и подкосных систем; является переходным к упругим кружалам и применяется в случае необходимости оставления судоходного пролета, проезда для ж.-д. путей, перекрытия глубоких оврагов и т. п. 5) К. для куполов—по подкосно-веерной системе; они легче, так как лишь незначительная часть кладки нуждается в поддерживании и каждый горизонтальный ряд кирпичей, будучи раз сомкнут, не требует подпоры.

Упругие К. применяются во всех тех случаях, когда постановка частых промежуточных опор затруднительна, как то: в мостах через очень глубокие овраги, при сооружении сводов в высоких виадуках; при очень больших пролетах арочных мостов рационально спроектированные упругие К. значительно экономичнее сплошных жестких. Типы упругих К.: 1) арочно-подкосной системы, часто употребляемые при возведении высоких виадуков; 2) арочные фермы сплошные и решетчатые; первые употребляются довольно редко: например склеенные дощатые арки Гетпера, высотой 70 см с затяжкой, к-рые были применены как К. в мостах Дадис (пролет дл. 30 м) и Калаша (пролет дл. 26 м); решетчатые фермы делаются с затяжками из стальных канатов (кружала каменного моста Адольфа в Люксембурге



Фиг. 5.

пролетом 84 м и железобетонного трехпролетного моста через р. Элорн в Бресте по 190 м пролет) или отдельные узлы подвешиваются к специальным канатам, укрепленным над опорными частями (фиг. 5); пример: железобетонный мост de la Caille во Франции пролетом 140 м.

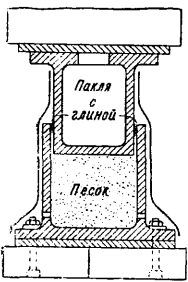
Металлические К. применяются в тех же случаях, что и упругие; возможность использования одних и тех же К. при возведении широких сводов и многопролетных мостов, быстрота сборки и разборки железных К. дают последним большое преимуще-

ство перед деревянными; недостаток металлических К.—большая чувствительность к колебаниям  $t^\circ$ . Металлич. К. железобетонных арочных мостов см. *Железобетонные мосты*.

Раскружаливание сводов должно начинаться с опускания замковой части К.

Во избежание появления трещин своды следует раскружаливать не ранее 3—4 недель (при пролете до 20 м) и 7—8 недель (при больших пролетах) после замыкания. Приспособлениями для раскружаливания К. служат: 1) при пролетах сводов до 20 м, а мостов до 10 м — клинья из твердого дерева, располагаемые под опорами подвижной части жестких или под опорными частями упругих кружал; уклон клиньев берется 1:7 — 1:10; допускаемое давление на клинья 8—12 кг/см<sup>2</sup>; 2) кобылки, или скамеечки (фиг. 6), из бруса прямоугольного сечения с вырезом вниз; при раскружаливании концы бруса отпиливаются в несколько приемов, ножки кобылки сминаются и кружала плавно опускаются; величина опорных площадок рассчитывается на начальное смятие не более 15 кг/см<sup>2</sup>; под каждой ножкой должен быть положен железный или цинковый лист; раскружаливание кобылками предложено Цуффером в Австрии и дало очень хорошие результаты; применялось также и в СССР; 3) песочные цилиндры (фиг. 7), для раскружаливания сводов как больших, так

и малых пролетов, состоят из железного цилиндра диаметром 20—30 см, обыкновенно с 4 отверстиями, которые закрыты пробками; в цилиндр насыпают хорошо просушенный песок; в цилиндр входит дубовый поршень диам. на 2—3 см меньше диам. цилиндра; промежуток между поршнем и цилиндром д. б. заполнен водонепроницаемым материалом, напр. асфальтом или варом; допускаемое давление на песок под поршнем д. б. не больше 50 кг/см<sup>2</sup>, и вообще давления на 1 цилиндр на практике колеблются от 15 до 30 т; иногда песочные цилиндры ставятся на клинья, чтобы перед кладкой можно было выровнять К.; 4) домкраты винтовые (фиг. 8) имеют то преимущество, что опускание происходит с математической точностью; оно м. б. произведено на какую угодно малую величину, неравномерное опускание можно выравнивать, не боясь воды; домкраты м. б. поставлены на место перед самым раскружаливанием; но домкраты несколько дороже песочных цилиндров. Совершенно новый способ раскружаливания—метод Фрейсине—состоит в приподнимании самого свода гидравлич. домкратами, а не в опускании К.; свод не замыкается, а в замке оставляется щель; действуя домкратами, которые заложены в замке, расширяют свод и т. о. приподнимают его над К. При этом способе можно искусственно регулировать наибольшие и наименьшие напряжения в



Фиг. 7.

своде и этим путем погасить все добавочные напряжения, которые возникают от сокращения длины свода (от постоянной нагрузки, от изменения темп-ры, от усадки бетона и от обжатия опор).

Опускание свода ( $\delta$ ), к-рое д. б. выровнено приданием К. соответствующего строительного подъема, происходит: 1) вследствие прогиба  $\delta_1$  от собственного веса свода, который с достаточной точностью можно вычислить по следующей формуле

$$\delta_1 = cf^2 \left(\frac{l}{f}\right)^2,$$

где  $\delta_1$ —прогиб в замке в мм,  $l$ —пролет свода в м и  $f$ —стрела свода в м;  $c$ —коэффициент, зависящий от материала; для железобетона  $c = 41,1 \cdot 10^{-6}$ , для кирпича  $c = 216 \cdot 10^{-6}$ ; 2) вследствие усадки  $\delta_2$  бетонных и железобетонных сводов, вызывающей опускание замка

$$\delta_2 = \frac{s}{f} \cdot \Delta s,$$

где  $s$ —длина полуоси свода,  $\Delta s$ —уменьшение длины полусвода от усадки; 3) от упругого обжатия  $\delta_3$  К.

$$\delta_3 = \frac{n}{E} h,$$

где  $n$ —допускаемое напряжение дерева на сжатие,  $E$ —модуль упругости дерева и  $h$ —полная высота кружала; 4) от обжатия  $\delta_4$  стыков

$$\delta_4 = \Sigma \Delta_i + \Sigma \Delta'_i;$$

по проф. Шенгофферу, обжатие вдоль волокон  $\Delta_i = 1 \div 2$  мм и поперек волокон  $\Delta'_i = 5 \div 10$  мм на каждый стык; 5) вследствие осадки опор; опускание К. в этом случае учесть довольно трудно и потому с этим не считаются, а увеличивают вычисленную величину опускания свода  $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4$  напр. на 50%. Для предварительных соотношений могут служить следующие ф-лы для определения  $\delta$ :

1) ф-ла Беккера

$$\delta = a(l - f),$$

где  $a = \frac{1}{200}$  для жестких и  $\frac{1}{100}$  для упругих К.; 2) ф-ла Мелана

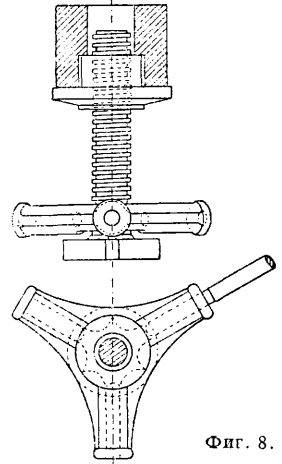
$$\delta = 0,003l + 0,0005R,$$

где  $l$ —пролет свода и  $R$ —радиус кривизны в замке.

Нагрузка на кружала. Нормальное к опалубке давление  $N$  от кладки свода на 1 м длины К. определяется по формуле:

$$N = \gamma d \left(1 + \frac{d}{2R}\right) \cos \varphi,$$

где  $\gamma$ —вес 1 м<sup>3</sup> кладки,  $d$ —средняя толщина свода в рассматриваемом клине в м,  $\varphi$ —угол шва, ограничивающего клин, с вертикалью,  $R$ —радиус кривизны оси свода. Кроме веса К. должны быть приняты во внимание нагрузка от толпы рабочих в 200 кг/м<sup>2</sup> горизонталь-



Фиг. 8.

ной проекции К., а также от разного рода вспомогательных приспособлений, исчисляемая по действительному весу, и давлению ветра ( $150 \text{ кг/м}^2$ ) по нормам.

Определение количества материалов для К. Для приблизительного подсчета стоимости К. можно принять  $0,33 \text{ м}^3$  дерева на  $1 \text{ м}^3$  кладки свода; эта величина в некоторых случаях может быть понижена до  $0,25 \text{ м}^3$ ; как наибольший предел считается  $0,5 \text{ м}^3$  (мост через р. Изонцо). Можно исходить также из объема, который ограничивает К. в пространстве; тогда для подвижной части жестких К. считают от 4 до 6%, а для неподвижной части от 3 до 3,5% этого объема. Железо, необходимое для болтов, хомутов, скоб и проч., считается в количестве от 10 до 30 кг на  $1 \text{ м}^3$  дерева. При более широком применении железа потребность его доходит до 80 кг на  $1 \text{ м}^3$  дерева. Рабочее время можно считать от 40 до 60 рабочих часов на  $1 \text{ м}^3$  деревянной конструкции.

Лит.: Перередиц Г. П., Курс мостов, ч. 1, М.—Л., 1927, ч. 2, отд. 1, Л., 1925, отд. 3, М.—Л., 1928; его же, Курс железобетонных мостов, 3 издание, М., 1925; Николай Л., Мосты, вып. 1—2, СПб, 1913; Романович М. Е., Гражданская архитектура, т. 2, СПб, 1903; Курдюмов В. П., Каменная кладка, Петроград, 1916; Kirchner H., Rüstungsbau, В., 1924; Melan J., Der Brückenbau, В. 2, 3 Auflage, W.—Lpz., 1924; Handb. Ing., Т. 2, В. 1, Leipzig, 1917; Handbuch für Eisenbetonbau, hrsg. v. F. Emperger, В. 7, 3 Aufl., В., 1921; Förster M., Taschenbuch für Bauingenieure, В. 1—2, 5 Aufl., Berlin, 1928; «Hütte», Des Ingenieurs Taschenbuch, В. 3, 25 Aufl., Berlin, 1928; Séjourné, Grandes voûtes Bourges, Paris, 1913—16; Freyssinet, Le pont de Villeneuve-sur-Lot, «GC», 1921; Freyssinet, Hangars à dirigeables en ciment armé, ibid., 1923; P. C., Le pont de la Caille, ibid., 1928. Б. Дучинский.

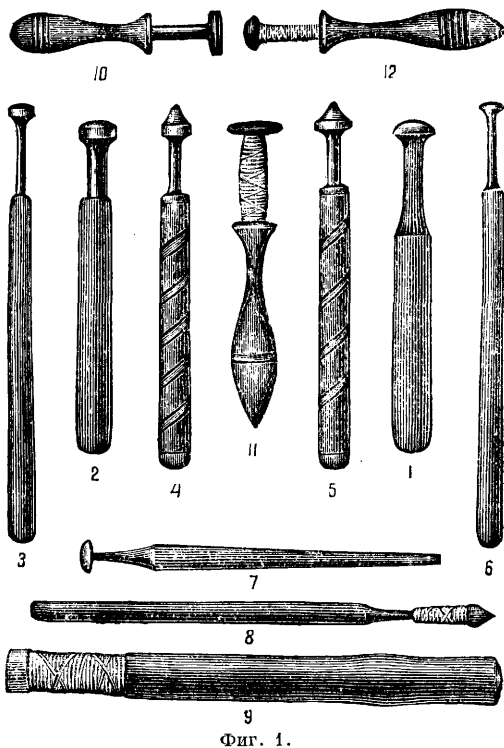
**КРУЖЕВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**, см. Кружево, Тюлевое производство.

**КРУЖЕВО**, прозрачная сетчатая узорчатая ткань, шитая, плетеная, вязаная или тканая, служащая для отделки белья и платья. К. изготавливается в виде: 1) полос, состоящих из прозрачной тесьмы (прошивки) и зубчатого бордюра (края); 2) отдельных штук (штучное К.: накладки для подушек, воротники, покрывала) и небольших квадратов, тр-ков, овалов, служащих элементами для вшивания в ткань (мотивы).

Как отрасль художественной кустарной промышленности русские К. получают известность на Политехнической выставке в Москве в 1872 г., после к-рой они демонстрируются в Вене (1873 г.) и в Париже (1877 г.). Кружевной промысел—исключительно женский, кустарный. Обзор Комиссии по исследованию кустарной промышленности в России в 1879 году насчитывает 32 514 кружевниц и годовой оборот в 2 072 526 р. 34 к., а в 1912 году министерство земледелия насчитывает уже 96 722 кружевницы и годовой оборот в 4 727 845 р. 26 к. Обследование касалось ряда губерний: Тверской, Рязанской, Орловской, Московской, Нижегородской, Вологодской, Вятской, Казанской, Тульской, Новгородской, Калужской, Ярославской; самыми мощными единицами были Тверская, Орловская (Елец, Мценск), Вологодская, Вятская, Рязанская (Скопин, Михайлов), Нижегородская, Тульская (Белев), Московская губернии. В настоящее время последний съезд по кустарным женским промыслам 1928 г., выявлявший работу коопе-

рованных кустарей Вологодского, Елецкого, Вятского и Рязанского союзов, определяет годовой оборот внутри страны в 5 000 000 р., насчитывая в своих рядах в общем более 50 000 кустарей (Елецкий союз 36 артелей, 19 723 чел., Вятский—1 150 чел., Вологодский—47 артелей, 25 592 чел., Рязанский—около 5 000 чел.). Кооперирование кустарей в дальнейшем уже приобретает к работе кружевниц тульских (Белев), московских, череповецких и вятских. Все эти районы вырабатывают плетеное на коклюшках кружево. Работа К., занимающая такое количество рук, дает продукцию, различную по сортам, по качеству нитки, четкости плетения, сработанности плотных частей и сетки, отчетливости краев и самому рисунку, к-рый имеет или художественное значение или, наоборот, является упрощенным до рыночного типа вследствие утери первоначального замысла. Во многих кружевных районах в технику вошли приемы, сделавшиеся отличительными особенностями местной работы: густое плетение Вологды, введение более толстой нити в края, пропускание коклюшки через петлю (гипюрный узел) в Ельце и многие другие способы укладывания нитки, дающие особую выразительность русскому К. Рядом с типичным русским К. вырабатывалось тончайшее К. под влиянием образцов брюссельских, валансьенских (плетеное), филе и венецианских (работа иглой).

К. делится на русское сколочное, сцепное и численное. Русское сколочное К.

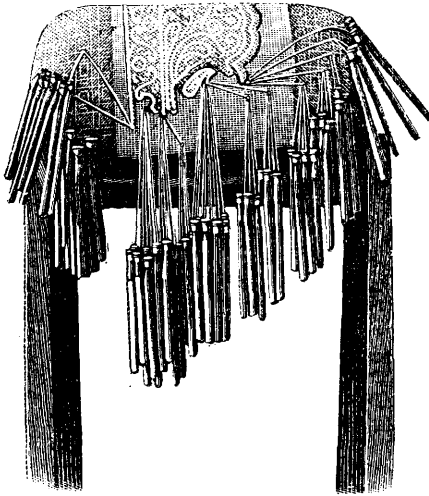


Фиг. 1.

выплетается по заранее подготовленному рисунку, наколотому на бумагу. Отличительной чертой этого кружева служит сетка, на к-рой расположен рисунок. Рисунок и сет-



ка выплетаются одновременно. Для исполнения русского К. употребляется большое количество коклюшек (иногда свыше 100 пар) и плетение ведут справа налево и обратно, не поворачивая подушки. Сцепное (или немецкое) кружево выплетается также по ри-



Фиг. 2.

сунку и сколку, но узор выкладывается как бы бесконечной тесьмой, фигура которой связана редкой сеткой, называемой сцепом. Это К. выплетается весьма немногими парами коклюшек, причем прежде всего выплетается узор, при поворотах к-рого поворачивается и подушка, а затем при помощи тамбурного крючка делается сетка. Численное К., самое старинное, основано на повторении одного и того же узора при строгом счете ниток, что дает возможность обходиться без заранее приготовленного сколка.

Приспособления для работы русского К. следующие: 1) подушка, 2) подставка под нее, или лукошко, 3) деревянные коклюшки, (фиг. 1 и 2), 4) медные булавки, 5) набитый сеном, гречихой или соломой валик, длиной 35 и диаметром 25 см, 6) скальница для ниток, 7) сколок в бумаге, на котором указаны места для булавок, служащих опорами для К. во время работы.

За границей способы изготовления ручных К. по существу не отличаются от вышеописанных. Некоторые К., напр. венецианские, брюссельские, балансенские и пр., пользовались в свое время широкой известностью. В настоящее время ручное К. утратило свое значение и во всем мире подверглось значительному упрощению как в смысле материалов, так и в смысле внешней формы. Значительный удар производству ручных К. нанесло изобретение механич. станков для выделки тюля (см. Тюлевое производство).

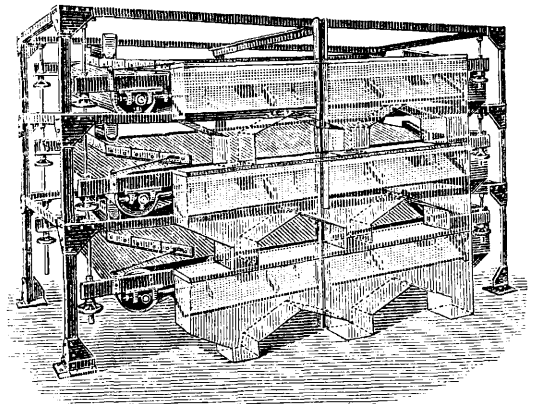
Лит.: Фролов В., Кружевной промысел в Вологодской губ., Вологда, 1931; Давыдова С., Русское кружево и русские кружевницы, СИБ, 1892; Lefebvre E., Broderie et dentelle, Paris, 1914; Antiche trine italiani raccolte e ordinate da Elio Ricci, Bergamo, 1908. Е. Прибыльская.

**КРУПОВЕЙКА**, см. *Ситовейка*.

**КРУПЯНОЕ ПРОИЗВОДСТВО** обнимает собою производство круп из различных зерен (просо, гречиха, ячмень, овес, рис, го-

рох). Крупяные предприятия оборудуются специальными машинами, служащими для обрушивания, или дущения, зерна (удаление оболочек зерна). Часто эти предприятия соответственно виду перерабатываемых зерен носят особые названия: просообдир, гречобдир, ячменеобдир, рисо завод, горохолушительная фабрика, овсорушка и т. д. Строят крупяные предприятия товарного, полутоварного и с.-х. типа. Вообще же К. п. близко к мукомольному по характеру употребляемых машин, по общему устройству предприятий, а также по режиму работы. Иногда К. п. являются отделениями при мельницах-комбинатах, а в районах, особо богатых крупяными культурами, можно встретить предприятия товарного типа производительностью до 200 т в сутки в виде самостоятельных единиц. Существовая бок-о-бок с мукомольными предприятиями и играя весьма важную роль в деле снабжения ценным питательным продуктом широких масс, К. п. до сих пор оставалось на довольно низкой ступени технич. развития по сравнению с родственным ему мукомольным производством.

Основными крупяными культурами у нас являются просо и гречиха; из проса вырабатывается пшено, а из гречихи крупа цельная—так назыв. я д р и ца—и битая крупа—п р о д е л и в е л и г о р к а. Из овса крупа у нас вырабатывалась до сих пор в очень ограниченном количестве; также сравнительно немного вырабатывают и крупу из ячменя (перловую) и еще меньше из риса. Задачей К. п. является освободить ядро того или иного зерна от оболочек, оставляя в пределах технич. возможности в целости ядро. Оболочки зерен различных видов крупяных культур не в одинаковой степени связаны с ядром, а последнее отличается по упругости не только у разных крупяных культур, но и у одной и той же культуры в



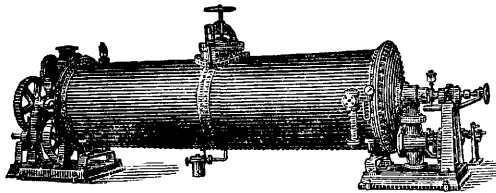
Фиг. 1.

зависимости от ее сорта и влажности. Кроме того характер самой оболочки различен как у отдельных крупяных культур, так и у разных сортов одной и той же культуры. Наконец к продукции К. п. потребительским рынком предъявляются и различные требования в отношении крупности, блеска, цвета, запаха и пр. В зависимости от всех этих условий практика выработала определенные методы переработки крупяных куль-

тур, которые в общем сводятся к трем этапам: 1) подготовке к обрушиванию, 2) обрушиванию, или лушению (ш е л у ш е н и е), и 3) разделке круп.

Подготовка к обрушиванию (или лушению) заключается в очистке, пропаривании и высушивании зерна. Очистка от посторонних примесей и дефектного зерна осуществляется б. ч. машинами, аналогичными по своему устройству машинам, употребляемым для этой цели в мукомольном производстве, т. е. сепараторами, аспираторами, триерами и магнитными аппаратами (см. *Очистка зерна*), а для некоторых крупяных культур и особыми машинами. Таков например ленточный горохоотборник (фиг. 1) для удаления дефектного гороха от нормальн., где имеются три бесконечные резиновые ленты, движение которых осуществляется роликами, вращающимися со скоростью 30 об/м. и На каждую из этих лент поступает горох, вследствие того, что ленты имеют наклон как по направлению движения, так равно и в направлении перпендикулярном к нему, горох, имеющий более правильную, шарообразную форму, скатывается быстрее в ближайшее первое отделение сборника, а горох дефектный и изъеденный (жучковый) скатывается дальше—во второе и третье отделения в конце означенных лент. Для каждой ленты имеются 4 маховичка-регулятора, посредством которых изменяется наклон лент как по направлению движения, так и в перпендикулярном направлении. При внешних размерах этой машины по длине 3 400 мм, ширине 2 250 мм и высоте 1 500 мм производительность ее составляет 600 кг гороха в час; необходимая мощность—2,3 HP.

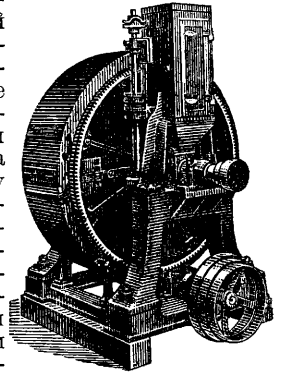
Из других машин, отличных от мукомольных и употребляемых в процессе первого этапа переработки зерна на крупу, можно



Фиг. 2.

отметить пропарники и специальные сушилки-жаровни. Метод пропаривания и варки практикуется с целью ослабления связи лушин с ядром и придания ядру большей удобоваримости и усвояемости желудком человека. В вертикальном пропарнике зерновой материал загружается сверху и варится затем: 1) в собственном соку под давлением или 2) свежим паром или 3) мягким паром. По окончании процесса внизу цилиндра открывается клапан и аппарат опоражнивается. Обычно аппараты эти снабжаются манометром и предохранительным клапаном. При диам. цилиндра 800 мм и длине 2 500 мм часовая производительность выражается ~ 400 кг при затрачиваемой мощности 2 HP. Действие аппарата периодическое. Для случаев выработки особого вида крупы из овса употребляют специальный аппарат, периодически действующий, представляю-

щий собою вращающийся котел с паровой рубашкой (фиг. 2). Котел периодически наполняется водой и загружается овсом. Овес варится в котле точно определенное время и затем воду спускают; вареный овес м. б. просушен в этом же котле до надлежащей степени влажности, после чего он легко обрушивается в крупу. Производительность котла при максимальной длине 5 500 мм, ширине 1 100 мм, высоте 1 625 мм и 60 об/м. около 500 кг овса в час; необходимая мощность—2 HP. Для высушивания и пропаривания, с целью придания особого аромата и цвета продукту, при выработке некоторых сортов крупы применяют паровую сушил-ку. Если необходимо, обрабатываемый продукт м. б. доведен до состояния поджаривания в той же сушилке путем регулирования времени прохождения зерна через всю сушилку при помощи выпускной заслонки и изменения  $t^{\circ}$  в сушильной камере. Влажный воздух отводится из этой сушилки вверху посредством вентилятора. Производительность сушилки, при размерах ее по высоте 8 800 мм, ширине 500 мм, длине 3 100 мм, достигает примерно 700 кг в час; поверхность нагрева 54 м<sup>2</sup>, расход мощности—0,7 HP.



Фиг. 3.

Из машин, отличных от мукомольных и употребляемых в процессе второго этапа переработки зерен крупяных культур, можно указать на так наз. голлендер-станок, применяемый для обдирки и шлифовки ячменя и гороха (фиг. 3). Машина эта работает периодически, впуская и выпуская автоматически через определен. промежутки времени (от 2 до 5 мин.) порции ячменя (до 30 кг). Рабочими поверхностями здесь являются горизонтальные поверхности камня (наждачного или песчаникового) и обечайки из листовой стали с продолговатыми отверстиями. Камень вращается со скоростью 13—18 м/сек (до 250 об/м.), а обечайка—в обратную сторону—со скоростью 6—10 об/м.

Ячмень или горох между камнем и обечайкой подвергается воздействию трения. Машины эти, несмотря на нерациональный принцип их периодической работы, являются необходимыми в К. п. для получения круглой формы крупы. При диаметре камня 1 300 мм, ширине его 320 мм и 300 об/м. производительность такой машины за один проход ячменя или гороха около 500 кг/ч; необходимая мощность около 11 HP. Что касается жерновов для обдирки зерен крупяных культур, то от мукомольных они отличаются тем, что поставы строят исключительно с нижним бегуном, причем рабочую поверхность их делают из более мелкого наждака или песчаника и расход энергии значительно меньше, чем для жерновов мельничных, а число оборотов допускается большее и

производительность их выше. Главное отличие их—легкость конструкции, так как той работы трения, какая имеет место при размоле в муку, здесь не требуется. Изготавливаются шлифовальные жернова путем наливания раствора из мелкого наждака (см. *Жернова*) на легкие чугунные шайбы; эти жернова дают лучшие рабочие поверхности шлифовальных поставов. За границей в К. п. для отделения обрушенных зерен от необрушенных широко рекламируют машину Падди, рассчитанную на использование различной упругости зерен. Машина эта в СССР широкого распространения пока не получила.

Третий этап переработки зерен крупяных культур—шлифовка продукта на полировальной машине. Цилиндр с медленно вращающейся обечайкой (30 об/м.) с ребристой поверхностью сам имеет грани из ясеневых или дубовых клепок с наклоном к образующей. Путем трения зерен крупы между этими поверхностями и между собой они получают требуемую для рынка степень шлифовки. При внешних размерах по длине 2,8 м, ширине 1,2 м и высоте 1,45 м при 200 об/м. производительность полировальной машины—400 кг/ч, необходимая мощность—3 ЗР. Из других машин, необходимых в К. п. (в третьем этапе обработки), можно указать на сортировки крупы по величине и вейки, отличающиеся от мельничных машин большими размерами вентиляторов.

Себестоимость переработки в крупу обычно ниже себестоимости сортового помола пшеницы на муку, но для некоторых видов крупы (мелкая перловая, запарная овсянка) м. б. выше или равняться ей. Безусловно себестоимость переработки в сильной степени зависит от типа предприятия (его производительности), от загрузки сырьем, от района расположения и для каждого вида крупяной культуры она различна.

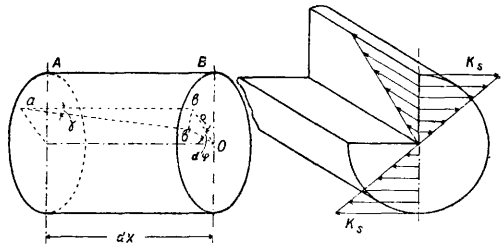
Лит.: Вебер К. К., Мукомольное дело, 3 изд., СПб, 1908 (с атласом); Козьмин П. А., Мукомольно-крупяное пр-во, 4 изд., М., 1926. М. Розин.

**КРУТИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**, см. *Ниточное производство*.

**КРУЧЕНИЕ**, один из основных видов деформаций и напряженного состояния, рассматриваемых в науках: *сопротивление материалов* (см.) и *теория упругости* (см.). Кручение возникает, когда брусок подвергается действию пары сил, плоскость которой перпендикулярна к оси бруска. Момент пары называется **крутящим моментом**. Деформация К. заключается в относительном повороте параллельных сечений бруска. Мерио деформации служит изменение угла между прямыми, лежащими в двух параллельных сечениях и перпендикулярными к оси бруска. Величина изменения этого угла называется **углом К.** на длине  $l$ , где  $l$ —расстояние по оси бруска между двумя рассматриваемыми параллельными сечениями.

К. круглого бруска. Опыт дает следующие показатели: 1) параллелизм сечений не нарушается; 2) прямые линии в плоскости (в частности и радиусы сечения) не искривляются; 3) расстояния между сечениями не изменяются; 4) величина угла кручения пропорциональна расстоянию между се-

чениями и крутящему моменту. Отсюда выводы: а) объем бруска сохраняется неизменным, б) брусок испытывает только сдвиг, к-рый не сопровождается растяжением или сжатием (чистый сдвиг). Пусть при расстоянии  $dx$  (фиг. 1) между сечениями А и В, сечение В при кручении поворачивается на



Фиг. 1.

угол кручения  $dφ$ . Волокно  $ab$  займет положение  $ab'$ , образуя с прежним направлением угол сдвига  $γ$ . Пространственная фигура  $abb'$  с достаточной точностью м. б. принята за плоский тр-к. Поэтому  $bb' = ab \cdot \tan γ$  или (вследствие малости углов)

$$bb' = γ \cdot dx. \tag{1}$$

Но из сектора  $Obb'$  следует:

$$bb' = ρ \cdot dφ, \tag{2}$$

где  $ρ$ —радиус поверхности цилиндра с образующей  $ab$ . Сравнение (1) и (2) приводит к соотношению:

$$γ = ρ \frac{dφ}{dx} = ρT, \tag{3}$$

где  $T$ —угол кручения на единицу длины бруска. В соответствии с 4-м опытным положением этот угол сохраняет постоянство при определенном действующем моменте. Считая напряжения и деформации (как и в иных случаях) пропорциональными, имеем напряжение при К.:

$$K_s = GρT. \tag{4}$$

Здесь  $G$ —модуль сдвига материала. Т. обр. напряжения изменяются по закону прямой линии, в центре сечения они равны 0, на периферии достигают максимума и в каждом сечении зависят от расстояния рассматриваемой точки до центра; взаимное расположение точек вдоль оси остается без всякого влияния на их напряжен. состояние.



Фиг. 3.

Касательные напряжения, возникающие при К., обладают свойством двойственности: они появляются одновременно по двум взаимно-перпендикулярным плоскостям, в каждой точке их общей линии сечения имеют два направления и равны по величине (фиг. 2). Напряжения обоих направлений м. б. обнаружены при опытах на кручение по получаемым при этом формам разрушения скручиваемых брусков. На фиг. 3 изображено разрушение деревянного бруска: долевые трещины д. б. отнесены за счет долевого касательных напряжений, к-рым дерево сла-

бо сопротивляется. На фиг. 4 изображено разрушение мягкого железа: здесь разрушение произошло из-за действия поперечных касательных напряжений. На фиг. 5 пред-



Фиг. 4.

ставлен разрушенный при К. чугунный брусок: разрушение происходит по винтовой линии и д. б. приписано тому и другому направлению напряжений. Значение  $T$ , к-рым определяется напряжение в любой точке сечения при всегда известном радиусе этой



Фиг. 5.

точки, отыскивается по условиям равновесия отрезанной части бруска. Из равенства моментов—крутящего и внутренних сил—относительно оси вращения имеем:

$$M_s = \int (F) K_s \rho dF \quad (5)$$

или согласно (4)

$$M_s = \int (F) G \rho^2 T dF = GT \int (F) \rho^2 dF,$$

т. к.  $G$  и  $T$ —константы. Интеграл  $J_0 = \int (F) \rho^2 dF$ ,

называемый полярным моментом инерции сечения и равен для кругового сечения

$$J_0 = \frac{\pi d^4}{32}, \quad (6)$$

где  $d$ —диаметр круглого бруска (см. Момент инерции). Поэтому угол кручения на единицу длины

$$T = \frac{M_s}{J_0 G}. \quad (7)$$

Напряжение в точке радиуса  $\rho$  равно по (4)

$$K_s = \frac{M_s \rho}{J_0}, \quad (8)$$

а для периферии цилиндра, при  $\rho = d/2$ ,

$$K_{s \max} = \frac{M_s \cdot d/2}{J_0}. \quad (9)$$

Частное  $\frac{J_0}{d/2} = \frac{\pi d^3}{16}$  называется моментом (модулем) сопротивления при К. и обыкновенно обозначается  $W_0$ . Окончательно имеем:

$$K_{s \max} = \frac{M_s}{W_0}. \quad (10)$$

Это выражение представляет собой уравнение прочности при К. круглого бруска, если под  $K_{s \max}$  разуметь допустимое напряжение на К. Угол К. на длине  $l$  равен

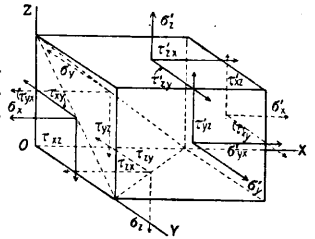
$$\varphi = Tl = \frac{M_s l}{J_0 G}, \quad (11)$$

ур-ие (11) называется ур-ием деформации круглого бруска. Ур-ия (10) и (11) могут служить каждое в отдельности для определения размеров круглого сечения, причем

в уравнении (10) размеры определяются по соображениям прочности (наибольшее допустимое напряжение), в ур-ии (11)—по заданной деформации (наибольший угол К.). Пользуются тем и другим ур-ием для различных условий работы. Трансмиссионные валы рассчитываются или по деформации или по условиям прочности—в зависимости от того, какой способ расчета дает больший размер. Для трансмиссионных валов допустимое напряжение  $K_s = 200 \text{ кг/см}^2$ , допустимая деформация  $1/4^\circ$  на  $n$ . м. Коренные валы рассчитываются по условиям прочности, но обязательно подвергаются проверке и на деформацию (см. Валь).

К. брусков некруглого сечения. Решение этой задачи сложно и элементарным путем невозможно. Практич.

значение ее очень велико, а особенно для тел прямоугольного сечения, так как плечи кривошипов и буферные пружины являются такими телами. Основные этапы решения следующие. Выделяем бесконечно малый параллелепипед из скручиваемого тела. Напряженное состояние его изображено на фиг. 6. Условия равновесия будут следующие:



Фиг. 6.

Здесь  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$ —напряжения, которые показаны на фиг. 6. Также д. б. соблюдены поверхностные условия:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} = \tau_{yx}; \tau_{xz} = \tau_{zx}; \tau_{yz} = \tau_{zy}, \\ \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} = 0, \\ \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} = 0, \\ \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} = 0. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Здесь  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$ —напряжения, которые показаны на фиг. 6. Также д. б. соблюдены поверхностные условия:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x \cos(x, n) + \tau_{xy} \cos(y, n) + \tau_{xz} \cos(z, n) = 0, \\ \sigma_y \cos(y, n) + \tau_{yx} \cos(x, n) + \tau_{yz} \cos(z, n) = 0, \\ \sigma_z \cos(z, n) + \tau_{zx} \cos(x, n) + \tau_{yz} \cos(y, n) = 0. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

С.-Венан (St.-Venant) принял допущение:

1)  $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = 0$ , 2)  $\tau_{xy} = 0$  — все нормальные напряжения, также касательные в перпендикулярной к оси бруска плоскости, равны 0. Из ур-ий (12) и (13) остаются в силе:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} = 0, \\ \tau_{yz} \cos(y, n) + \tau_{xz} \cos(x, n) = 0. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Если положить

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xz} = \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \\ \tau_{yz} = -\frac{\partial \varphi}{\partial x}, \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

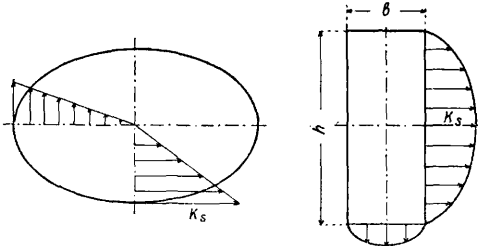
где  $\varphi$ — $\varphi$ -ия переменных  $x$  и  $y$  и называется  $\varphi$ -ией напряжений, тогда уравнения (14) получают вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y \partial x} = 0, \\ \left( -\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) \left( -\frac{dx}{ds} \right) + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \frac{dy}{ds} = \frac{\partial \varphi}{\partial s} = 0, \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

ибо

$$\cos(y, n) = -\frac{dx}{ds}, \quad \cos(x, n) = \frac{dy}{ds},$$

причем  $ds$ —элемент контура сечения. Таким обр.  $\varphi(x, y)$  имеет на контуре сечения постоянное значение. Вопрос сводится к отысканию ф-ии  $\varphi(x, y)$ , к-рая и определяет, по



Фиг. 7.

Фиг. 8.

ур-ию (15), величины напряжений. Функция  $\varphi(x, y)$  должна удовлетворять ур-иям:

$$\nabla^2 \tau_{yz} = 0, \quad \nabla^2 \tau_{xz} = 0, \quad (17)$$

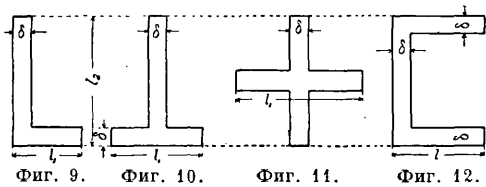
где  $\nabla^2$ —дифференциальный оператор Лапласа; уравнения (17) после подстановки из (15) перейдут в ур-ие:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = \text{Const.} \quad (18)$$

Можно доказать, что  $\text{Const} = -2GT$ . Решение ур-ия (18) дает распределение напряжений при К. для бруска любой формы, если ф-ия напряжений сохраняет на контуре постоянное значение. Венап применял с большим успехом полуобратный метод для решения этого ур-ия: частью напряжений (деформаций) он задавался, другие находил по ур-ию (18). Вебер-Риманом дано решение в общей форме логарифмического потенциала. Вебер изучает распределение главного вектора напряжений и т. о. принимает во внимание влияние нормальных напряжений. Для круга во всех решениях получаются одни и те же ур-ия прочности и деформации. Рейнер рассматривает вал круглого сечения под нагрузкой поверхности. силами и приходит к существованию иной ф-ле прочности:

$$K_s = \frac{M_s}{W_0} \sqrt{1 + \frac{d^2}{16l^2}}, \quad (19)$$

т. е. напряжения в параллельных сечениях различны. Расчетные зависимости для сече-



Фиг. 9.

Фиг. 10.

Фиг. 11.

Фиг. 12.

ний (по Венапу и частью по Веберу) имеют следующий вид:

для эллипса (фиг. 7)

$$K_s = \frac{2M_s}{\pi a b^2}, \quad (20)$$

где  $a$  и  $b$ —большая и малая полуоси эллипса,

$$\varphi = \frac{40J_0 M_s l}{GF^4} \quad (21)$$

( $F$ —площадь сечения);

для прямоугольника (фиг. 8)

$$K_s = \frac{9M_s}{2b^2 h}, \quad (22)$$

$$\varphi = \frac{1,03 \cdot 40J_0 M_s l}{GF^4}; \quad (23)$$

здесь  $b$  и  $h$ —стороны, причем  $b$ —короткая для равностороннего тр-ка

$$K_s = \frac{20M_s}{b^3}, \quad (24)$$

здесь  $b$ —сторона тр-ка;

для профилей, показанных на фиг. 9—14,

$$K_s = \frac{3M_s}{l\delta^2}, \quad (25)$$

где

$$l = l_1 + l_2 - 1,0\delta \quad (\text{фиг. 9}),$$

$$l = l_1 + l_2 - 1,78\delta \quad (\text{фиг. 10}),$$

$$l = l_1 + l_2 - 0,15\delta \quad (\text{фиг. 11}),$$

$$l = 2l_1 + l_2 - 2,6\delta \quad (\text{фиг. 12 и 13}),$$

$$l = 2l_1 + l_2 - 1,2\delta \quad (\text{фиг. 14}).$$

Если полки и стенки различной толщины, то

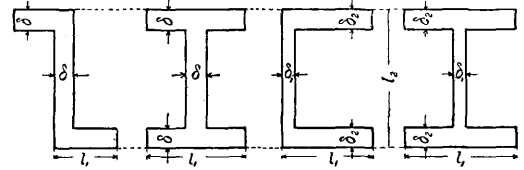
$$\left. \begin{aligned} K_s &= \frac{3M_s \delta_1}{l' \delta_2^2 + l'' \delta_1^2} \quad (\text{для полки}) \\ K_s &= \frac{3M_s \delta_2}{l' \delta_2^2 + l'' \delta_1^2} \quad (\text{для стенки}) \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

причем для швеллера (фиг. 15):

$$l' = 2l_1 - \delta_2, \quad l'' = l_2 - 1,6\delta_1;$$

для двутаврового сечения (фиг. 16):

$$l' = 2l_1 - 1,26\delta_2, \quad l'' = l_2 - 1,67\delta_2 + 1,76\delta_1.$$



Фиг. 13.

Фиг. 14.

Фиг. 15.

Фиг. 16.

Для вала круглого сечения, но с выточкой для шпонки, причем диаметр выточки очень мал, ур-ие прочности:

$$K_s = \frac{2M_s}{W_0}, \quad (27)$$

напряжение вдвое больше, чем для полного цилиндра. Для валов с выточкой диаметра  $d_1$  напряжение равно

$$K_s = \frac{M_s}{J_0} \left( d - \frac{d_1}{2} \right). \quad (28)$$

Лит.: Тимошенко С. П., Курс сопротивления материалов, 6 изд., М.—Л., 1928; Бобарыков И. И., Сопротивление материалов, Часть общая, М., 1925; Дини и А. Н., «Известия Новочеркасск. института», Новочеркасск, 1912; Navier, Resumé de leçons etc., P., 1864; Weber, Die Lehre d. Drehfestigkeit, «Z. d. VDI», 1921; Mises R. u. Frank P., Die Differential- u. Integralgleichungen d. Mechanik u. Physik, 7 Aufl., B. 1—2, Brschw., 1925—27; Filon G., «Philosophical Transactions of the Royal Society of London», London, 1900, v. 193, series A, p. 309; Bach S. u. Baumann K., Elastizität u. Festigkeit, 9 Aufl., B., 1924. С. Лебедев.

**КРУШИНА**, небольшие деревья и кустарники из сем. Rhamnaceae L. В СССР встречаются следующие виды К. 1) К. слабительная, жостер, колючка, прокурна (*Rhamnus cathartica*)—высокий кустарник или небольшое дерево. Древесина твердая, желтоватая, хорошо полируется, годна для токарных изделий, уд. вес 0,72. Ценятся корневые паппы К. Ягоды К. имеют применение в медицине и при изготовлении нек-рых акварельных красок (желтого и зеленого цветов). Кору употребляют как дубильный материал (см. *Сыр.ТЭ*, т. III). Область распространения—Европа, до сев. предела растительности. 2) К. ломкая, крушатник, медвежина (*R. frangula*—

1а)—высокий кустарник, удельн. в. 0,59. Древесина крепкая, употребляется на сапожные гвозди, на приготовление порохового угля, на мелкие столярные изделия. Область распространения—средние и южные районы Европейской части СССР. Виды *R. Pallassii*, *R. alpina*, *R. microsarpa*, *R. grandifolia*—кустарники, произрастающие в Закавказьи,—хозяйственного значения не имеют.

Лит.: Арнольд Ф. К., Русский лес, 2 изд., СЛБ, 1893—99; Керн Э. Э., Деревья и кустарники. Их лесоводственные особенности, использование и технич. приемы, М.—Л., 1925.

Н. Раницкий.

**КРЫША**, покрытие, защищающее здание от атмосферных осадков, солнца и ветра. Пространство под ней, за исключением плоских крыш, называется чердаком. Всякая К. состоит из жесткого каркаса, называемого стропилами, и собственно покрытия, или обрешетки с кровлей.

К. состоит из одного или нескольких скатов, пересечениями которых образуются углы, причем исходящие углы называются ребрами, а входящие—разжелобками. Верхнее горизонтальное ребро называется коньком крыши. Вертикальное расстояние от конька до основания крыши называется ее подъемом.

Чем больше подъем К., тем она будет дороже; поэтому следует давать скатам К. наименьший уклон, допускаемый для известного материала К.; всем скатам одной К. обыкновенно дается один и тот же уклон, чем достигается более правильный отвод дождевых вод. По числу скатов и их форме К. разделяются на: односкатные, двускатные (щипцовые), четырехскатные (шатровые, или вальмовые), полувальмовые, пирамидальные, шпильцевые, многощипцовые, конические, купольные, мансардные, шедовые и плоские.

1) Односкатная К. (фиг. 1) имеет один скат, конек  $bb'$  и карнизный край  $aa'$ ; такими К. покрываются строения, построенные на меже с соседним участком (чтобы не спускать воду с крыши на соседний участок), здания небольшой ширины и различные временные сооружения. Односкатная крыша имеет то неудобство, что дождевая вода отводится по направлению одного только ската, а потому вода скапливается на нем в двойном количестве против двускатной крыши и в большем, чем при шатровой; кроме того стропила обыкновенно производят распор на стену, поддерживающую нижний конец ската. 2) Двускатная К., или щипцовая К. (фиг. 2) имеет два ската; треугольные части  $a$  стены под К. называются щипцами, или фронтонами, а самые стены щипцовыми. 3) Четырехскатная, или шатровая, или вальмовая, К. (фиг. 3) состоит из четырех скатов—двух главных  $abba$  и  $cbbe$  и двух треугольных скатов  $abc$ , называемых вальмами. Шатровая К. имеет больше наружных выпуклых ребер, что увеличивает работу и усложняет устройство стропил; вальмы ее производят распор в точках  $a$  и  $c$ ; к выгодам этой К. следует отнести лучшее распределение дождевой воды и меньшую поверхность стен вследствие отсутствия фронтонов.

Поверхности односкатной, двускатной и шатровой К., при одинаковом плане строения и угле наклона скатов, одинаковы;

проведя линию  $cd$  (фиг. 1) по середине ската односкатной К., получим отрезки его, равные скатам двускатной К.; дополняя шатровую К. до двускатной, легко убедиться в равенстве тр-ков  $abd$  и  $dbe$  (фиг. 3), равных тр-ку  $aef$ . Из этого равенства поверхностей следует, что для таких К. потребуется одинаковое количество кровельного материала.

4) Полувальмовая К. (фиг. 4) часто употребляется в экономических постройках; она получается из двускатной крыши, если отнять вверху (у конька) часть  $abc$  и вместо отвесн. стенок поместить треугольные скаты (полувальмы). 5) Пирамидальная К. (фиг. 5) перекрывает помещения, имеющие вид квадрата или правильного мн-ка; все скаты равны между собой и сходятся в одной точке. 6) Шпильцевая К. (фиг. 6)—та же пирамидальная К. с подъемом, значительно большим, чем это необходимо для стока воды. Шпильцы употребляются для покрытия башен и других возвышенных частей здания.

7) Многощипцовая К. (фиг. 7) может служить для покрытия здания, имеющего в плане форму квадрата или правильного мн-ка; верхние линии пересечения скатов представляют коньки, входящие же углы по линиям  $ab$  и  $cd$  образуют разжелобки. 8) Коническая К. перекрывает круглые помещения и имеет вершину в центре круга.

9) Купольная К., или купол, может иметь различную форму в зависимости от формы перекрываемого помещения и от стиля, в котором он проектируется. 10) Мансардная К. (фиг. 8) состоит из двух или трех скатов различного уклона; верхние полугие скаты  $ab$  и  $ab'$  образуют двускатную или шатровую К., средние  $bc$  и  $b'c'$  составляют крутые плоскости той же К., а нижние пологие  $cd$  и  $c'd'$  служат для перекрытия карниза и делаются параллельными верхним скатам; эта К. образует вместительный чердак, который м. б. образует в жилой этаж; освещение чердака производится посредством слуховых окон; мансардная К. имеет большую поверхность, чем двускатная и шатровая К., при том же подъеме и плане строения.

11) Пилообразная (шедовая) К. (фиг. 9) употребляется гл. образ. в фабрично-заводском строительстве для перекрытия больших широких пространств, при помощи ряда односкатных крыш  $AB$ ,  $CD$ ,  $EF$  со стенками из застекленных перелетов; пролеты не более 10 м; расстояния между фермами 4—5 м; для унизчения горизонтальных разжелобков устраивают дополнительные скаты  $abc$ ,  $def$ . 12) Плоские железобетонные К.-террасы применяются в Германии, Франции, Англии и Америке, у нас же они появились недавно. Плоская железобетонная крыша должна быть легкой, огнестойкой, водонепроницаемой, дешевой. Железобетон (см.) обладает в известных случаях значительной огнестойкостью. Что касается звукопроводности и теплопроводности, то в этом отношении железобетон требует изоляции; для изоляции применяется асфальт, пробка, толь, рубероид, шлак, инфузурная земля, гольц-цемент, войлок, рольный свинец, пергаментная бумага. Для устройства железобетонной К. по железным двутавровым балкам на нижние полки пос-

ледних (фиг. 10) укладывают накат 1 из сосновых пластин толщ. 11 см. По накату делают глиняную смазку 2; по ней прокладывают два слоя войлока 3, который засыпают землей 4; затем оставляют прослойку 5. По верхним полкам балок укладывают опалубку 6 толщ. 2,5 см и по ней слой бетона 7 толщ. 8–10 см с арматурой из 6-мм проволоки, связанной вязкой; затем, для изоляции от сырости, два слоя асфальта 8 (13+20 мм) и сверху слой песка с гравием 9 толщ. 4 см. Состав бетонной плиты: 1 ч. цемента, 2 ч. песка и 4 ч. гравия, воды 10–15%. При расчете железных балок вышеописанной конструкции на нагрузку принимают округленно в 1000 кг/м<sup>2</sup>; последняя складывается из следующих частей:

Железобетонной плиты толщ. 8 см . . . . .	192
Наката из 11-см пластин . . . . .	90
Смазки наката глиной и засыпки просеянной землей . . . . .	75
Асфальта . . . . .	60
Песка и гравия . . . . .	100
Штукатурки . . . . .	15
Собственного веса балок . . . . .	44
Нагрузки от людей . . . . .	400
Всего . . . . .	976

На бетонные плиты можно уложить пробковые плиты, а поверх их—слой тощего бетона в 2–3 см, руберойд, асфальт и песок с гравием. В некоторых постройках над бетонными плитами укладывают слой шлакового бетона, затем слой толя с гольц-цементом, пробковые плиты толщ. 4 см, пергаментную бумагу с гольц-цементом в два слоя, вновь толь с гольц-цементом, мелкий песок слоем в 4 см и поверх песка настилку из бетонных плиток. При применении сводов сист. Монье, над сводами и между балками устраивают заполнение из гари или инфузальной земли, затем укладывают сухой просеянный шлак, слой толя и гольц-цемента, опалубку, бетонные плиты, гольц-цемент, асфальт и песок с гравием. В новом здании Госторга в Москве (на Мясницкой ул.) по железобетону проложен слой толя в 1 см, затем пробка—5 см, шлаковый бетон—8 см, рольный свинец—1,5 см, песок, асфальт и бетонные плитки. Уклон плоских железобетонных К. берется 0,02. На К. устраивают железный парапет высотой не менее 1,25 м.

**Стропила** зависят от формы и размеров здания и от материала покрытия; от последнего зависит уклон К. Стропила делятся: а) по материалу—на деревянные, железные, и смешанные, б) по конструкции—на наклонные, висячие и смешанные конструкции. Стропила состоят из б. или м. сложных ферм и служат для поддержания кровли. Наклонные брусья, лежащие в плоскости скатов крыши, называются стропильными ногами; подкосы и прогоны стропил имеют целью привести ферму в неизменяемую систему, так чтобы силы, действующие на одну какую-нибудь ее часть, передавались на другие. Стропильные ноги располагают обычно на расстоянии 2 м друг от друга, но если ширина строения более 12 м, то это расстояние уменьшают до 1,8 м. В каменных строениях стропила укладывают на так называемые мауэрлаты—брусья (или бревна, отесанные на два канта), служащие для равномерного распределения груза всей крыши.

Для прикрепления ее кровли к стропилам и для передачи ее груза на стропильные ноги служит обрешетка; обрешетку (из брусьев) нередко заменяют сплошной настилкой из досок.

Наклонные стропила. Для односкатных крыш, перекрывающих каменные строения (фиг. 11), стропильные ноги *ab* лежат своими концами на мауэрлатах: верхнем *a'* и нижнем *b'*. В деревянных постройках (фиг. 12) нижний конец ноги врубается в верхний венец *m*, а верхний поддерживается прогоном *n*, положенным по стойкам *p*. Если же стропильные ноги длиннее 5 м, то их подпирают подкосами *dd* (фиг. 13) или прогоном *l* на стойках *n* (фиг. 14). Соединение стропильной ноги с нижним мауэрлатом показано на фиг. 15, а с верхним—на фиг. 16. Врубка подкосов в стропильные ноги производится зубом (фиг. 17, А), торцовая часть которого образуется продолжением биссектрисы угла, составленного нижними кантами ноги и подкоса; если этот угол близок к 90°, то можно врубить не зубом, а шипом (фиг. 17, Б); подкос с ногой схватывается с обеих сторон железными скобами, располагаемыми перпендикулярно к биссектрисе верхнего угла; нижний конец подкосов врубается в прогон углом (фиг. 18), для чего проводят линию *bc* и углы *b* и *c* делят пополам, по биссектрисам углов зарубается подкос, а в прогоне делается соответствующая затеска. При расположении подкосов необходимо, чтобы: 1) точка упора подкоса была в средней трети длины ноги, 2) подкос составлял с ногой угол возможно близкий к 90°, 3) угол, составляемый подкосом с горизонтальной линией, был по возможности не менее 45°, 4) длина ноги между подкосом и точками опоры была не более 5 м. Наклонные стропила для двускатных крыш устраиваются в тех случаях, когда имеются внутренние продольные стены (фиг. 19 и 20) или отдельные опоры, или достаточное количество поперечных стен, на которых можно поставить столбы. Наклонные стропила представляют собою систему наиболее экономичную, простую и прочную и не так загромаздуют чердачное помещение.

Висячие стропила устраиваются там, где не имеется внутренних капитальных стен, например при покрытии сараев, манежей и других общественных зданий. Висячие стропила для пролетов не свыше 7 м состоят из двух стропильных ног и затяжки *bc* (фиг. 21). Центр соединения ноги с затяжкой должен приходиться над серединой деревянной стены (фиг. 22) или мауэрлата каменной стены (фиг. 23). При пролетах от 7 до 12 м затяжка делается составной и поддерживается бабкой *a*; при этом, если длина ног более 5 м, то ноги поддерживаются подкосами *b*, упирающимися нижними концами в бабку (фиг. 24); соединение бабки с ногами шипом указано на фиг. 25; затяжка срашивается прямыми или косым замком с накладками и болтами, а подкосы врубаются в бабку зубом с шипом (фиг. 26). При пролетах 12–14 м ферма состоит (фиг. 27) из стропильных ног *a*, составной затяжки *b*, двух бабок *c*, двух подмог *d* и ригеля *k*; такие стропила известны под названием палладиевых и для деревянных строений не употребляются.

главную сопротивляющуюся часть этой фермы составляет трапеция, образуемая подмогами, ригелем и затяжкой, ноги же служат только для придания крыше требуемой формы. На фиг. 28 указано соединение стропильной ноги и подмоги с затяжкой, а на фиг. 29—соединение бабки с ригелем и подмогой. При пролетах 14÷20 м устраиваютисячие стропила о 3 бабках (фиг. 30), при двух подкосах и двух подмогах. При большом подъеме К. для пролетов до 10 м можно устраиватьисячие стропила с ригелем а, причем ферма делается с затяжкой или без нее (фиг. 31).

Стропила смешанных конструкций. При отсутствии поперечных стен или если расстояние между ними больше 10 м прогон с (фиг. 32) поддерживается вспомогательнойисячей фермой с одной бабкой, а при очень большой длине стропильных ног (до 15 м) применяют 2 прогона с 2 бабками; оба эти случая дают пример смешанной конструкции стропил—сочетание наслонных сисячими. Простейшие виды смешанных ферм: дерево с железом для пролетов от 4 до 10 м, где части, подверженные сжатию (стропильные ноги и подкосы), делают из дерева, а части растягиваемые (затяжки и подвески, или же струны, а) делают из железа (фиг. 33). Наиболее употребительны железные стропила: 1) французская, или растяжная, система Полонсо (фиг. 34): а—подкосы, с—затяжка, б—струны, 2) англ. система (фиг. 35) с вертикальными струнами и 3) америк. система (фиг. 36) с наклонными струнами; последняя система имеет преимущество перед английской, так как у нее сжатые, более тяжелые части короче, чем у английской, благодаря чему вся ферма получается более легкой, а потому и более дешевой. Стropильные ноги и вообще все части, подверженные сжатию, делаются из таврового, коробчатого или углового железа, иногда с добавлением листового котельного железа, части же, подверженные растяжению, — из углового железа. Фермы у своих опор лежат на чугунных подушках.

Расчет стропил. Для расчета стропил выбирают подъем К., который зависит от материала кровли и дается или в виде отношения  $h : 2c$ , где  $h$ —подъем, а  $2c$ —пролет, или углом  $\alpha$  в градусах, составляемым наклоном К. с горизонтом. Данные для различных кровель следующие:

Кровли	$h : 2c$	$\alpha$
Металлические . . . . .	1 : 8 ÷ 1 : 6	13 ÷ 18°
Толевые . . . . .	1 : 6 ÷ 1 : 4	18 ÷ 23°
Черепичные . . . . .	1 : 4 ÷ 1 : 2	23 ÷ 45°
Шиферные . . . . .	1 : 3 ÷ 1 : 2	31 ÷ 45°
Тесовые и гонтовые . . . . .	1 : 2	45°
Древесно-цементные . . . . .	1 : 20 ÷ 1 : 10	5 ÷ 10°
Соломен. и камышевые . . . . .	1 : 2 ÷ 1 : 1	45 ÷ 10°

Длина стропильной ноги  $a$  определяется (фиг. 37, 40, 41) по ф-ле:

$$c = a \cos \alpha, \text{ или } a = \frac{c}{\cos \alpha},$$

где  $c$ —пролет; подъем  $b$  определяют по ф-ле:

$$c = b \operatorname{ctg} \alpha, \text{ или } b = \frac{c}{\operatorname{ctg} \alpha}.$$

Стропила должны выдерживать постоянный груз кровли и обрешетки и временную нагрузку от давления ветра, слоя снега и

веса человека. Постоянный груз в  $\text{кг}/\text{м}^2$  составляет:

Кровли металлической . . . . .	9
» толевой . . . . .	6÷9
» шиферной . . . . .	33÷60
» черепичной желобчатой . . . . .	54÷72
» » шпунтовой . . . . .	42
» » плоской . . . . .	86
» тесовой в 2 ряда . . . . .	40
» гонтовой в 2 ряда . . . . .	29
» » 3 » . . . . .	40
» древесно-цементной . . . . .	164
» соломенной . . . . .	15
Обрешетки для металлич. кровли . . . . .	9
» » прочих видов » . . . . .	4÷20

Временный груз (ветер и снег) м. б. задан как действующий перпендикулярно к ноге (груз  $P_1$  на фиг. 38) или вертикально (груз  $P_2$ ). Принимая максимальную толщину слоя снега в 0,7 м, расчетная нагрузка на 1 м<sup>2</sup> кровли берется: при силе  $P_1$ —144  $\text{кг}/\text{м}^2$ , а при силе  $P_2$ : для пологих К.—162  $\text{кг}/\text{м}^2$ , для крутых—58  $\text{кг}/\text{м}^2$ . В том случае если пролет велик, в конструкцию вводится подкос  $d$ , подпирающий ногу  $a$  (фиг. 39). Расчет частей стропил производится по правилам строительной механики в соответствии с действующими на них силами и с допускаемыми напряжениями, учитывая во всех сжатых частях продольный изгиб.

Стropильные фермы и рамы (для больших пролетов) различных систем и их расчет см. *Рамы и Фермы*. См. также *Деревянные конструкции, Металлические конструкции и Жесткая рама*.

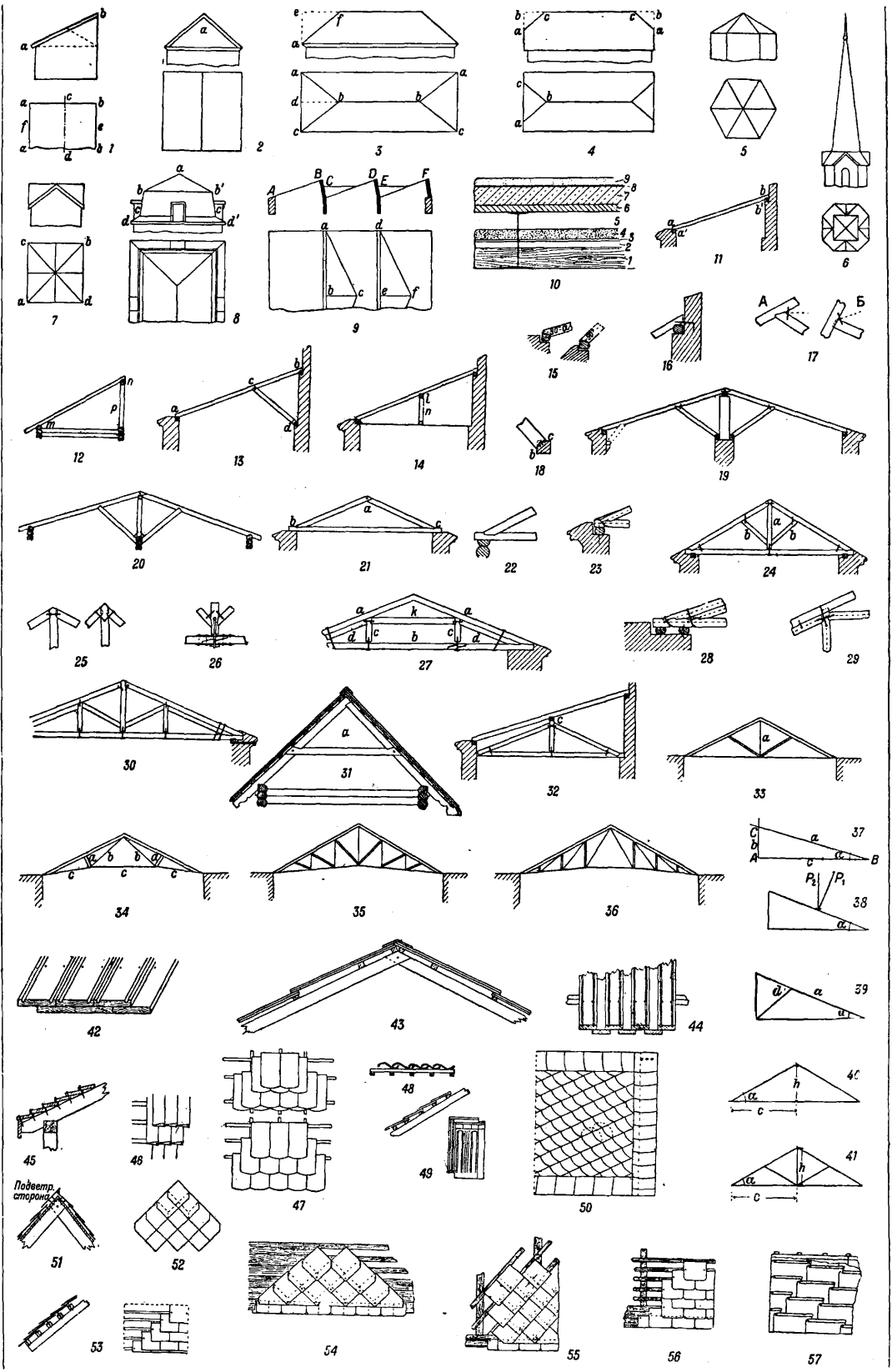
**Кровли.** Наиболее употребительны кровли тесовые, гонтовые, черепичные, шиферные, древесно-цементные, толевые и железные.

**Тесовая кровля.** Доски для этой кровли употребляются преимущественно сосновые, гладкие, без сучьев и заболони; толщина досок от 25 до 38 мм, а длина должна быть равна длине ската К.; доски, остроганные и продоруженные (фиг. 42), прибиваются к обрешетке перпендикулярно коньку в 2 ряда, нижний ряд одним 75-мм гвоздем, а верхний по краям двумя 125-мм гвоздями, причем швы верхнего ряда должны приходиться над серединой досок нижнего ряда; обрешетка делается из 63-мм брусков, расположенных на расстоянии 0,7 или 1 м друг от друга и прибываемых к стропильным ногам 150-мм гвоздями. Если доски короче ската К., недостающее пространство перекрывается короткими досками у конька К. (фиг. 43). По коньку и ребрам К. укладываются вдоль по две доски. К. временных построек перекрываются досками в один ряд вразбежку (фиг. 44) или же вразбой (фиг. 45) параллельно коньку крыши и прибываются гвоздями непосредственно к стропильным ногам. Тесовые кровли непрочны, так как доски разбухают, усыхают и короятся.

**Гонтовая кровля (см.). Гонт (см.)** располагается на К. (фиг. 46) так, чтобы длинные его стороны были направлены по скатам кровли, а шпунты его шли бы в одну сторону. Гонт должен быть прямой, без трещин и сучков и не совсем сухой. Гонтовая кровля прочнее тесовой, но более опасна при пожарах. Вместо гонта применяют финскую лущинку или стружку (гонт без шпунта), причем ряды укладывают попеременно горбом: в



# КРЫША



нижнем ряду в правую сторону, а в следующем— в левую сторону и т. д.; на каждый ряд прибавляют длинную драпку, которую закрывают напуском следующего ряда; напуск рядов делают в  $\frac{2}{3}$  длины лучинки, чтобы покрытие было четырехслойное.

#### Драночная кровля (см.).

Черепичная кровля. На фиг. 47 показано покрытие плоской черепицей, а на фиг. 48—желобчатой; черепицы эти имеют на нижней поверхности у верхнего края шип, служащий для зацепления за решетины, расстояние между которыми 28 см; благодаря удержанию черепиц шипом эти черепицы можно употреблять на кровли с большими подъемами. Швы каждого ряда плоской черепицы располагают вперевязку, загнутое же ребро желобчатой черепицы служит для закрытия вертикальных швов. Как плоская, так и желобчатая черепицы требуют подмазки швов со стороны чердака известковым раствором, смешанным с коровой шерстью (старым войлоком), иначе зимой снег задувает ветром в щели между черепицами. Конек покрывают особой копыковой (желобчатой) черепицей. Теперь эти черепицы вытесняются так наз. шпунтовой (марсельской) черепицей, которая соединяется фальцем и не требует подмазки,—последняя заменяется шнуром, прокладываемым между рядами черепицы; черепицу укладывают на обрешетку, начиная со свеса (фиг. 49), ряд к ряду прикрепляют крючками из оцинкованной проволоки. Черепичные кровли требуют малого ремонта и очень долговечны; служат 60—100 лет.

Шиферная кровля делается из натурального или искусственного шифера. Укладка натурального шифера производится по немецкому и английскому способам. При немецком способе шифер имеет следующие размеры, считая в диагональном направлении: длина от 204 до 664 мм, ширина от 130 до 555 мм и толщ. 5—6 мм; на месте постройки кровельщик обтесывает шифер, придавая ему трапециoidalную форму, и, закругля углы, сортирует плиты по величине. Кровля укладывается по опалубке толщ. 2,5 см. Плиты одинаковой величины (фиг. 50) укладывают отдельными наклонными рядами, к-рыми, в зависимости от направления господствующих ветров в данной местности, перекрывают соседние ряды слева направо и наоборот; высота рядов должна постепенно уменьшаться к коньку; отдельные плиты каждого ряда покрывают друг друга на 5—7 см, а каждый последующий ряд покрывает предыдущий на 7—10 см; каждая плита прикрепляется к одной доске опалубки 2—4 широкошляпными шиферными гвоздями длиной 4 см, изготовленными из оцинкованного ковкого железа. Края К. покрываются, как показано на фиг. 50. Коньковая плита имеет высоту 30—40 см и перекрывает на 10 см плиты верхнего ряда кровли (фиг. 51); с подветренной стороны коньковая плита выдается на 5—7 см над другой плоскостью К.; образующийся при этом угол заполняется шиферной замазкой (асфальт и мел). Покрытие шаблонным шифером (разной формы и размера) указано на фиг. 52. Немецкие шиферные кровли

и шаблонные кровли иногда укладываются на подстилке из толя.

При английском способе употребляют плиты длиной 25—60 см, шириной 15—40 см и толщиной 4 мм; минимальный подъем 1:5; покрытие ведется большей частью по решетинам (фиг. 53) сечением 4×6 см, реже по опалубке; отдельные ряды идут параллельно свесу кровли; расстояние между решетинами равно половине длины плиты минус 8 см и т. о. плиты лежат частью в 2 ряда, а на протяжении 8 см— в 3 ряда; плиты одного ряда соединяются впритык, шов нижнего ряда покрывается серединой плиты верхнего ряда; каждую плиту прикрепляют к обрешетке двумя гвоздями, причем места прибавки покрывают следующим рядом плит; ближайший к свесу кровли ряд состоит из плит вдвое меньших, чем остальные. Покрытие конька делается так, чтобы верхний ряд, обращенный против направления господствующих ветров, выдавался над плоскостью другого ската К. на 5—7 см.

Кровли из натурального шифера имеют большое распространение в тех странах, где шифер добывается (в Германии, Франции, Бельгии и Англии); в СССР он не применяется, т. к. плохо сопротивляется морозу и встречается очень редко; у нас пользуются искусственным шифером.

Искусственный шифер (террофазерит, или этернит) представляет собой асбесто-цементные плитки, имеющие малую теплопроводность и отличающиеся огнеупорностью. Обрешетка под покрытием может быть по сплошной опалубке из теса толщиной 19—25 мм или по рейкам не тоньше 6,5 см; у свеса К. и у конька следует укладывать 3 ряда досок, которые должны лежать заподлицо с рейками; между центрами стропильных ног должно быть не более 2 м; если это расстояние больше, то следует прибавлять со стороны чердака планки, схватывающие обрешетку в более жесткую систему; покрытие К. должно начинаться снизу; при всех способах покрытия К. отдельные плитки следует напускать на нижние не менее 7 см по перпендикуляру от их краев; плитки прикрепляют к опалубке или рейкам оцинкованными толстыми гвоздями с широкой шляпкой, пропущенными через имеющиеся в плитках отверстия, по 2 гвоздя на плитку; чтобы плитки не поднимались кверху от ветра, употребляют кнопки (задержки); для покрытия ребер К. и конька применяют желобчатые плитки. Плитки должны ложиться плотно одна на другую, но в то же время иметь свободу движения и иметь зазоры в стыках не менее 2 мм— в целях возможности  $t^{\circ}$ -ных расширений плиток. Для покрытия крыши плитками применяются различные способы: 1) французское покрытие (фиг. 54) (наиболее распространенное) из квадратных плиток, со срезанными двумя противоположными углами, и полуплиток; для правильного покрытия крыши ее прибавляют горизонтальными и вертикальными линиями на прямоугольнички, в вершинах которых д. б. несрезанные углы плиток; сначала прибавляют половинчатые плитки вдоль края К., а затем целые плитки горизонтальными рядами; прилегая друг к другу срезами углов, плитки

второго ряда перекрывают стыки плиток нижнего ряда; 2) немецкое покрытие (фиг. 55) из квадратных плиток и полуплиток; при обрешетке последнюю прибавляют под углом  $45^\circ$  к коньку; плитки укладывают также под углом  $45^\circ$ , с напуском одной над другой; 3) двойное покрытие (фиг. 56); обрешетки прибавляют горизонтально, а плитки, сплошь квадратные или прямоугольные, прибавляют так, чтобы одна плитка покрывала наполовину другую плитку серединой над стыком нижней; при прибавке на рейке необходимо следить за тем, чтобы горизонтальная кромка плитки обязательно находилась на середине рейки.

Древесно-цементная (гольц-цементная) кровля (фиг. 57). Стропила располагают не более  $0,7-1$  м одно от другого; опалубка состоит из 38-мм шпунтовых досок шириною 20 см. Бумага, пропитанная древесным цементом (смесь дегтя, каменноугольной смолы и серы), шириной  $1,4-1,8$  м, режется на куски, равные длине ската кровли, и часть режется вдоль на  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  ширины. Покрытие производят в следующем порядке: на опалубку кладут слой в 6 мм чисто промытого песка и затем настилают первый кусок 1-го ряда, прибавляют гвоздями, смазывают горячим древесным цементом по мере развертывания первого куска 2-го ряда ( $\frac{1}{2}$  куска), затем опять смазывают и развертывают первый кусок 3-го ряда ( $\frac{1}{2}$  куска), затем первый кусок 4-го ряда ( $\frac{1}{4}$  куска), после чего в том же порядке накладывают остальные ряды цельных кусков; по окончании все смазывают горячим, более густым древесным цементом, посыпают песком слоем в 6—12 мм, затем крупным песком слоем в 19 мм и гравием слоем в 6 мм и все это заливают жидким известковым раствором. В последнее время гольц-цементная кровля с 4 рядами бумаги вытесняется применением 2 слоев толя; поверх второго ряда толя наносится гольц-цементная смазка, покрываемая слоем песка в 2 см, а поверх него слоем гравия в 5—6 см.

Толевая кровля. Для покрытия К. толем устраивают опалубку из 25—38-мм досок, прибавляемых к стропилам. Толем кроют по деревянным треугольн. брускам (фиг. 58), прибавляемым к опалубке гвоздями по обе стороны бруска в шахматном порядке через 0,7 м; толь настилают полными полотнищами от конька по скату вниз; края полотнищ заходят на треугольные бруски, прибавляются к ним толевыми гвоздями на 5 см один от другого, а сверху покрываются колышками (толевой лентой 10 см ширины). Другой, двуслойный способ—настилка толя параллельно коньку, начиная снизу, с напуском одного куска над другим и прибавкой толевыми гвоздями к опалубке (без брусков); поверхность толя покрывают горячим асфальтовым лаком. По окончании покрытия одним из двух способов К. покрывают сильно нагретой каменноугольной смолой с  $\frac{1}{3}$  каменноугольного дегтя или смесью безводной каменноугольной смолы с 10% (по объему) гудрона.

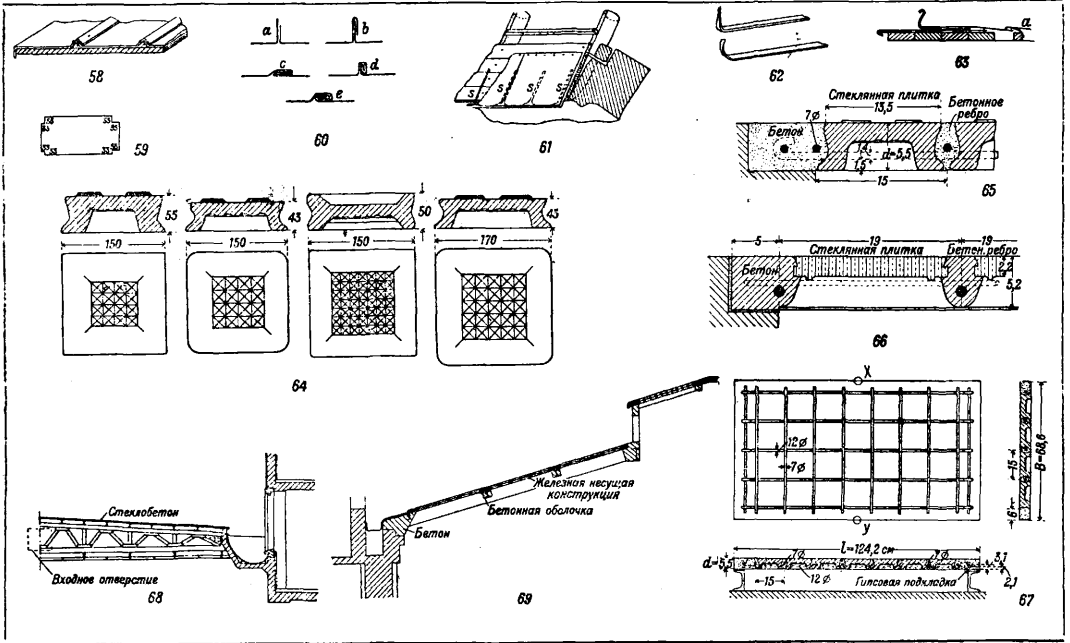
Железная кровля представляет значительные преимущества перед другими способами покрытий; она имеет меньше швов

и соединения между листами непроницаемы для воды, благодаря чему железная кровля, образуя плотную непрерывную поверхность, позволяет давать скатам К. незначительный уклон; железная кровля по своей легкости не требует толстых стропил. Для железной кровли употребляют т. н. черное или оцинкованное железо размером  $142 \times 71$  см, весом  $3,25-6$  кг; перед употреблением железо покрывают с обеих сторон олифой, затем листы соединяют короткими сторонами в картины по два или три листа посредством лежачего фальца. Фальцы бывают стоячие (гребни) и лежачие; для образования фальцев у листа вырезают все четыре угла, как показано на фиг. 59; затем края листа согласно угловым вырезкам отгибают и у каждого листа получают два отгиба высотой 55 мм и два высотой 33 мм; приложив два листа отгибами разной высоты рядом (фиг. 60,а), более высокий отгиб загибают вокруг меньшего отгиба и плотно их склачивают двумя молотками; так. обр. получается стоячий фальц (фиг. 60,б); сбив его молотком в сторону низкой закраины, получают лежачий фальц (фиг. 60,с); если стоячий фальц перевернуть еще раз, то получим двойной стоячий фальц (фиг. 60,д), который, будучи сбит в сторону низкой закраины, даст двойной лежачий фальц (фиг. 60,е); двойные фальцы употребляют гл. обр. при тонком железе весом до  $4,5-5$  кг; железные листы соединяют между собой: вдоль ската К.—стоячими, а поперек—лежачими фальцами. Железные кровли настилают по обрешетке из 63-мм сосновых брусков, располагаемых на расстоянии 18—20 см один от другого; вдоль карниза прибавляют 3—5 рядов той же толщины досок и вдоль конька К.—по одной доске с каждой стороны; в разжелобках прибавляют по 2 или 4 доски; под каждым лежачим фальцем должна приходиться доска, прибавляемая к стропилам между обрешетками. Покрытие К. железом начинают от карниза укладкой так наз. пелены, состоящей из картин, уложенных вдоль карниза К.; пелена укрепляется Т-образными костылями с (фиг. 61), прибавляемыми к доскам обрешетки гвоздями на расстоянии 0,7 м один от другого, со свесом на 9—18 см от края карнизной доски; верхний край пелены прибавляют кровельными гвоздями на обрешетке, а нижний край загибают под костыли, обхватывая их. При устройстве надстенных желобов поверх пелены прибавляют крючья (фиг. 62), тоже на расстоянии 0,7 м один от другого и т. о., чтобы уложенный на них желоб имел продольный уклон  $1:20-1:10$  и шел вдоль края К. по ломаной линии; по крючьям укладывают картины, согнутые в виде желоба; верхний край желоба загибается наружу и покрывает тонкие концы крючьев, вместе с к-рыми этот край еще перегибается наружу (фиг. 63); верхний край картин, образующих желоб, склепывают лежачим фальцем с нижними краями картин а, образующих скат К.; лоток, отводящий воду из желобов в водосточную трубу, делают из железа, причем плоскую его часть прибавляют кровельными гвоздями под желобом. Картины, образующие скат К., сое-

диняют стоячими фальцами, на коньке же их соединяют с картинами другого ската двойным стоячим фальцем; картины, образующие скат К., прикрепляют к обрешетке к л а м м е р а м и—узкими полосками железа шириной 44 мм, один конец к-рых закладывают

в К. с застекленными железными переплетами (пилообразная, шедовая К.)

Материалом для стеклобетонной кровли служат стеклянные призмы немецкой фирмы Люксфер, размером  $10 \times 10 \div 17 \times 17$  см (фиг. 64, 65 и 66), поддерживаемые железо-



в стоячий фальц при его сгибании, а другой, выпущенный вниз, прибивают кровельными гвоздями к обрешетке; на каждый лист картины требуется не менее одного кламмера. Около дымовых труб кровельные листы загнывают вверх на 7—9 см и закрывают выступом цоколя трубы. Железные кровли окрашивают снаружи масляной краской. Вода, собранная надстенными желобами, вливается через лоток в воронку водосточной трубы, диаметр которой сообразован с площадью кровли, причем считается достаточным иметь 1 см<sup>2</sup> площади поперечного сечения трубы на 0,7 м<sup>2</sup> площади крыши. Водосточная труба имеет на верхнем конце воронку а на нижнем отвод и прикрепляется к стене посредством стремья или ухватов.

Для освещения чердаков в железных К. делают слуховые окна, обыкновенно полукруглые, диам. до 1 м, для чего к стропилам прибивают скелет из дощатых ребер с опалубкой, который покрывают железом; в слуховом окне помещают деревянный переплет со стеклами. Для монументальных зданий иногда употребляют медные, свинцовые и цинковые кровельные листы.

Стеклобетонная кровля состоит из призматич. стекол между железобетонными ребрами; применение преломляющих и рассеивающих свет призматическ. стекол приводит к равномерному освещению, превышающему в несколько раз освещение при применении обыкновенного оконного стекла; при этой конструкции возможны периодич. очистка и осмотр кровли, что затруднительно

бетонной решетчатой рамой (фиг. 67). Призмы изготовляют из прессованного стекла; особое внимание при этом обращается на прозрачность стекла; из всех сортов стекла наименее хрупки и одновременно очень тверды борносиликатные стекла; основные свойства этих стекол: уд. в. ~ 2,6, прочность на растяжение 25 кг/см<sup>2</sup>, на сжатие 250 кг/см<sup>2</sup>, прозрачность 90%, коэф. преломления 1,5.

При покрытии К. стеклобетоном прежде всего надо разрешить вопрос об угле наклона К., т. к. им определяется, надо ли предусмотреть возможность передвижения по К. людей; при этом в целях безопасности надо считать все К. с наклоном 0÷50° доступными для передвижения по ним. Для таких К. пригодны конструкции по фиг. 65 и 66; собственный вес таких плит (фиг. 65), толщиной 43÷55 мм, в зависимости от пролета и полезной нагрузки равен 90÷120 кг/м<sup>2</sup>; собственный вес плит по фиг. 66 при толщине их от 52 до 55 мм равен 80÷100 кг/м<sup>2</sup>. Для перекрытия крупных поверхностей с уклоном свыше 50° (недоступных для хождения) рекомендуется применять плиты толщиной 22 мм, собственный вес которых 60 кг/м<sup>2</sup>, но пролет при этом надо брать 60—70 см. Для статического расчета конструкций Берлинской строительной инспекцией установлены след. правила. 1) Предельные размеры пролета (в м) в зависимости от допускаемой расчетной нагрузки (в кг/м<sup>2</sup>) следующие:

Для конструкции по фиг. 65:				
Полезная нагрузка . . . . .	200	350	500	1 000
Пролет . . . . .	1,2	1,1	1,0	0,8

Для конструкции по фиг. 66:

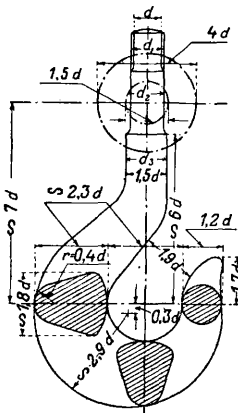
Полезная нагрузка . . .	125	250	350	500	800
Пролет . . . . .	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8

2) Ширина плиты перпендикулярно к направлению пролета при полезной нагрузке свыше  $250 \text{ кг/см}^2$  не д. б. больше 2,5 м. 3) Концы поперечной арматуры д. б. загнуты и заложены в бетонные полосы, как в опоры. Стропила и прогоны рассчитывают на указанный собственный вес перекрытия, на ветер и снег в зависимости от уклона К. Ширина полки для опоры под стеклянную конструкцию не д. б. меньше 30 мм с каждой стороны. На фиг. 68 изображена плоская стеклобетонная кровля на железных стропилах и прогонах; К. эта устроена над световым двориком в Швейцарском народном банке в Цюрихе; плитки фирмы Люксер. На фиг. 69 изображен стеклобетонный купол на железных стропилах в универсальном магазине Балль в Бохуме.

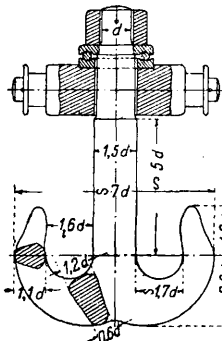
Лит.: Фрик О. и Кнольз К., Части зданий и строит. работы, пер. с нем., ч. 1—2, М., 1929; Столк инд М. Я., Плоские железобетонные крыши, их устройство и изоляция, М., 1928; Стаценко В., Части зданий, 6 изд., Л., 1924; Шишко Л., Части зданий, М., 1928; Серк Л., Архитектура промышленных зданий, М.—Л., 1928; Гофман В., Фабрично-заводская архитектура, Москва, 1928; Давид Л., Современные кровли, пер. с нем., М., 1929; Рощефорт, Иллюстр. урочное положение, Москва, 1928; Schultze-Naumburg P., Flaches oder geneigtes Dach?, В., 1927; Volland G., Die Dachkonstruktion, 2 Aufl., Lpz., 1923; «Bautechnik», В., 1925, Н. 18.

Н. Туманов.

**КРЮКИ**, элементы грузоподъемных машин, служащие для подвешивания к ним поднимаемых и перемещаемых предметов. Обычные конструкции К.: одиночный (фиг. 1), двойной, или якор-



Фиг. 1.



Фиг. 2.

ный (фиг. 2), и овальный с пальцем (фиг. 3) для предотвращения возможности заедания концом К. за какие-либо препятствия; К. большей частью отковываются вручную или штамуются из лучшего сварочного железа или из хорошо прокованной мягкой стали. Мелкие К. иногда отливаются из стали и проковываются или прессуются в нагретом состоянии; такие К. допускаются для грузов до 1 000 кг. Чугун, в виду его хрупкости, для изготовления К. не применяется. К., предназначенные для непосредственного прикрепления к концу каната или цепи, имеют ушко, через к-рое пропускается кольцо круглой (фиг. 3) или овальной формы, соединяющее К. с последним звеном цепи или с петлей каната. Непосредственное прикреплени

к канату или цепи производится также посредством сережки. Конец стержня крюка вставляют в сережку, снабжая его нарезкой, на которую навинчивается гайка, или заточкой, на которую надевается разъемное стальное кольцо; как то, так и другое закрепляется на месте шплинтом. Если К. подвешивается к обойме или серьгам подвижного блока, то он укрепляется в поперечине при помощи гайки, навинчиваемой на нарезку конца стержня К. (фиг. 2).

Внутренний диаметр  $d$  (фиг. 1) нарезки стержня крюка определяется из расчета на растяжение, причем допускаемое напряжение на растяжение  $k_p$  для хорошего сварочного железа принимают равным ок.  $300 \text{ кг/см}^2$ , для мягкой стали  $400 \text{ кг/см}^2$ . Если К. вставлен в поперечину блока свободно, то  $k_p$  для железа лучшего качества  $500\text{--}750 \text{ кг/см}^2$  и для стали  $900 \text{ кг/см}^2$ . Диаметр части стержня, которая находится в поперечине,  $d_2$  принимается равным  $1,25d$ ;  $d_1$ —наружный диаметр нарезки—подбирается по таблицам нарезки в зависимости от ближайшего большего значения  $d_0$ ;  $d_3$ —диаметр в начале искривления стержня К. принимается в  $1,5d$ . Во внутреннем очертании зева К. должны уместиться два звена цепи или два витка каната, при помощи к-рых привешивается груз. Радиус зева  $a$  определяется из ур-ия  $a = 1,5\delta$ , где  $\delta$ —диаметр подвязывающей цепи или каната;  $\delta$  определяется из ур-ия

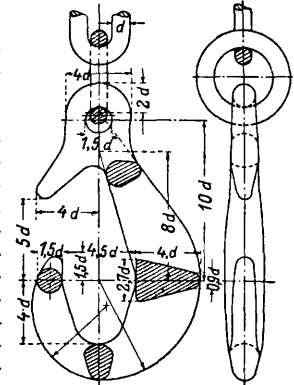
$$Q = 2 \cdot \frac{\pi \delta^2}{4} k'_p,$$

где  $Q$ —нагрузка на канат или цепь,  $k'_p$ —допускаемое напряжение цепи или каната.

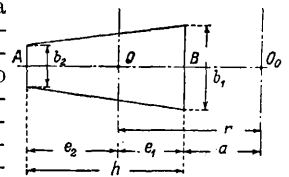
Формы поперечных сечений К. в кривой их части: круг, эллипс, прямоугольник или трапеция с закругленными краями. Размеры К. в частях диаметра  $d$  даны на фиг. 1, 2 и 3.

Расчет опасного сечения К. следует вести, предварительно рассматривая его как прямую балку, т. е. пренебрегая кривизной К. Тогда размеры этого сечения определяются из уравнений изгиба прямых балок. Определив размеры сечений К., надлежит его вычертить и проверить, пользуясь формулами изгиба кривых брусьев. Рассмотрим трапециoidalное сечение тела крюка (фиг. 4). Момент инерции его относительно вертикальной оси, проходящей через ц. т. сечения,— $I$ ; нагрузка К.— $Q$ . Полное напряжение растянутых волокон в точке В:

$$\sigma_p = \frac{Q(a + e_1)}{I} \cdot e_1 + \frac{Q}{I} \quad (1)$$



Фиг. 3.



Фиг. 4.

Полное напряжение сжатых волокон в  $A$ :

$$\sigma_{сж.} = \frac{Q(a+e_1)}{I} \cdot e_2 - \frac{Q}{f} \quad (2)$$

При наиболее выгодном использовании материала  $\sigma_p = \sigma_{сж.}$ . Тогда из (1) и (2):

$$I = \frac{(a+e_1)(e_2-e_1)}{2} \cdot f \quad (3)$$

Известно, что

$$e_1 = \frac{2b_2 + b_1}{b_1 + b_2} \cdot \frac{h}{3};$$

$$e_2 = \frac{2b_1 + b_2}{b_1 + b_2} \cdot \frac{h}{3};$$

$$I = \frac{b_1^3 + b_2^3 + 4b_1b_2}{36(b_1 + b_2)} \cdot h^3;$$

$$f = \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot h.$$

Подставив эти выражения в (3), получим:

$$\frac{b_1}{b_2} = \frac{h}{a} + 1 = m + 1 \quad (4)$$

Внесем последнее выражение в (1) и (2) и, подставив вместо  $e_1, e_2, f$  и  $I$  их значения, получим:

$$b_1 = \frac{6Qm}{(m+1) \cdot h \cdot \sigma_p} \quad \text{и} \quad b_2 = \frac{6Qn}{h \cdot \sigma_p} \quad (5)$$

Т. о. из (4) и (5) можно определить размеры трапеции по  $\sigma_p$  и  $m = h : a$ . В практике принимается  $m = 2 \div 2,5$ ;  $\sigma_p = k_{сж.}$  для железных К. принимается до  $750 \text{ кг/см}^2$  и для мягкой стали до  $900 \text{ кг/см}^2$ . Для уменьшения износа канатов и цепей необходимо острые края закруглить. Теперь можно вычертить К. и проверить его по ф-ле изгиба кривых брусев. Эта проверка необходима, так как опыты показали, что К. ломаются раньше, чем можно ожидать на основании расчета их по ур-ням (1) и (2). Общее ур-е изгиба кривых брусев:

$$\sigma = \frac{Q}{f} + \frac{M}{f \cdot r} + \frac{M \cdot y}{f \cdot r \cdot k \cdot r + y},$$

где  $\sigma$ —напряжение в данном сечении;  $Q$  и  $M$ —действующие нормальная сила и изгибающий момент;  $f$ —площадь рассматриваемого сечения;  $y$ —расстояние рассматриваемого волокна от центральной оси;  $r$ —радиус кривизны слоя, проходящего через ц. т. всех сечений;  $k$ —отвлеченное положительное число, характеризующее при определенном  $r$  форму поперечного сечения и определяемое из соотношения:

$$k = -\frac{1}{f} \cdot \int_{-e_1}^{+e_2} \frac{y}{r+y} df.$$

Для простейших сечений  $k$  имеет следующие значения:

1) для пр-ка с высотой  $h$ , ( $\frac{h}{2r} = u$ )

$$k = -1 + \frac{u}{2} \ln \frac{1+u}{1-u};$$

2) для трапеции ( $\frac{b_1}{b_2} = n$ )

$$k = -1 + \frac{2r}{(n+1)h} \left[ 1 - n + \left( 1 + \frac{(n-1)(r+e_2)}{h} \right) \ln \frac{r+e_2}{r-e_2} \right];$$

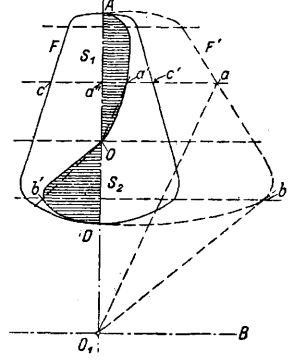
3) для круга радиуса  $R$  или эллипса с осью  $2a$ , расположенной в плоскости изгиба ( $R : r = u$  или  $a : r = u$ )

$$k = \frac{1}{4} u^2 + \frac{1}{8} u^4 + \frac{5}{64} u^6 + \dots$$

Проще же  $k$  и  $\sigma$  вычислять графич. построе-

ниями, предложенными проф. Толле и проф. Бантлином (фиг. 5). Для определения коэффициента  $k$  перечерчивают исследуемое сечение  $F$  в любом масштабе, определяют ц. т. площади  $O$  и наносят центр кривизны бруса в данном месте  $O_1$  и след  $O_1A$  плоскости действия изгибающего момента, полагаемой перпендикулярною к плоскости чертежа.

Для общего случая—несимметричного относительно  $O_1A$  сечения—перечерчивают его по одну сторону линии  $O_1A$ , сохраняя абсолютные значения ширины сечения, т. е.  $cc' = a''a$ ; через полученную т. о. фигуру  $F'$  проводят прямые  $aa', bb'$  и т. д., параллельные оси  $O_1B$ , и соединяют точки  $a, b$  и т. д. пересечения их с  $F'$  с центром кривизны  $O_1$ . Проводя затем через ц. т. сечения  $O$  прямые, параллельные лучам  $O_1a, O_1b, \dots$  до пересечения соответственно с прямыми  $aa', bb', \dots$  в точках  $a', b', \dots$  и соединяя полученные точки кривой, получаем некоторую кривую  $Aa'Ob'D$ . Определяя порознь площади  $S_1$  и  $S_2$ , образованные обеими ветвями этой кривой и осью  $O_1A$ , и находя их разность ( $S_2 - S_1$ ), получаем  $k = \frac{S_2 - S_1}{F}$ , где  $F$ —площадь поперечного сечения в масштабе чертежа.



Фиг. 5.

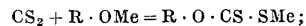
Двойные К. применяются при нагрузках свыше 10 000 кг. Рассчитываются они, как и одиночные, причем расчетную нагрузку при проверке наклонного опасного сечения берут направленной под углом  $\alpha = 45 \div 60^\circ$  к горизонту и равной  $\frac{p}{2 \sin \alpha}$ .

Лит.: Берлов М. Н., Детали машин, выпуск 9—Подъемники, М., 1926; Бетман Г., Грузоподъемные машины, пер. с нем., М., 1928; Кифер Л. Г., Грузоподъемные машины, 2 издание, т. 1, Москва, 1922; Попов В. Ф., Проектирование подъемных механизмов, Ленинград, 1928; Ратновский Л. З., Подъемные краны, лебедки, шпиль, домкраты и т. п. подъемные приспособления, т. 1, вып. 2, Петербург, 1910. В. Туркус.

**КРИОММЕР, см. Культиватор.**

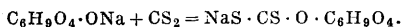
**КСАНТОГЕНАТЫ**, соли ксантогеновых кислот, т. е. кислых эфиров дитиоугольной к-ты,  $CS \begin{matrix} OH \\ SH \end{matrix}$ ; общая формула К.—

$R \cdot O \cdot CS \cdot SMe$ , соответственно ф-ле ксантогеновых к-т  $R \cdot O \cdot CS \cdot SH$ . Получаются К. действием сероуглерода,  $CS_2$ , на алкогольаты:



наприм. этиловый К. калия,  $C_2H_5 \cdot O \cdot CS \cdot SK$ , получают действием  $CS_2$  на спиртовый раствор  $KOH$ ; из раствора выпадает К. в виде желтых игольчатых кристаллов; К. калия применяется в с. х. как инсектицид, в медицине как слабительное и в органическом синтезе для приготовления тиофенолов. Подобно алкогольатам реагируют с  $CS_2$  и другие соединения, содержащие гидроксил, давая соответствующие К.; например натронная целлю-

лоза,  $C_6H_9O_4 \cdot ONa$ , при действии  $CS_2$  дает К. целлюлозы:



К. целлюлозы применяется при изготовлении искусственного (вискозного) шелка (см. Вискоза). Ксантогеновые эфиры при сухой перегонке разлагаются, образуя непредельные углеводороды, причем отнятие воды от молекулы спирта не сопровождается изменением строения остальной части молекулы; поэтому в органическом синтезе пользуются ксантогеновыми эфирами для получения непредельных углеводородов (ксантогеновый метод Л. А. Чугаева), гл. обр. легко изомеризующихся, например терпенов. Для этого из К. и соответствующего спирта получают ксантогеновый эфир, к-рый подвергают сухой перегонке (при  $170-180^\circ$ ), причем он, разлагаясь, дает меркаптан, сероокись углерода,  $CO_2$ , и соответствующий непредельный углеводород.

Лит.: Чугаев Л. А., Исследования в области терпенов и камфоры, М., 1908; Глухарев Г. П., Применение ксантогенового метода к получению непредельных углеводородов бензольного ряда, М., 1926; Чугаев Л., «Ж», 1903, т. 35, стр. 1116; там же, 1904, т. 36, стр. 986. Н. Ельцина.

**КСЕРОФОРМ**, основная висмутовая соль 2, 4, 6-трибромфенола,  $(C_6H_2Br_3O)_2 \cdot Bi(OH)_3 \cdot Bi_2O_3$ , получается действием азотнокислого висмута на щелочной раствор 2, 4, 6-трибромфенола. К.—тонкий желтый порошок со слабым запахом и вкусом, нерастворимый в воде, эфире, алкоголе и других органич. растворителях; разлагается при действии разведенных кислот, а также при нагревании до  $\sim 120^\circ$ ; применяется в медицинской практике как антисептич. средство.

**КСИЛГРАФИЯ**, см. Гравирование.

**КСИЛОЛИТ** (эвбеолит, паширолит, декалит, магнолит), особая цементная масса для изготовления полов, ступеней, панелей, подоконников и перегородок. Основой К. служит цемент Сореля—магнезиальный цемент, получаемый смешением каустич. магнезита (т. е. магнезита, обожженного до каустизации) с хлористым магнием. Процесс твердения цемента Сореля основывается на гидратации безводной окиси магния водой, содержащейся в растворе хлористого магния, причем степень растворения безводной окиси магния прямо пропорциональна концентрации раствора хлористого магния. Для получения К. цемент Сореля смешивают с различными наполнителями, к-рые м. б. органического (опилки, шерсть, волос, пенька, костра) и минерального (асбест, кирпичная мука, трепел) происхождения; чаще всего применяются опилки и асбест. Теплопроводность и звукопроводность К. незначительны. Временное сопротивление на сжатие колеблется от 275 до 350 кг/см<sup>2</sup> и на растяжение—от 40 до 55 кг/см<sup>2</sup>. Об. в. 1,9—2,0 кг/дм<sup>3</sup>. Изнашивание пола при надлежащем уходе незначительно. Качество К. зависит от качества сырья, дозировки смеси, качества подготовки и тщательности работы. Следует избегать применения растворов хлористого магния очень высокой концентрации. Вредными примесями к наполнителям являются сера, известь, гипс. Одной из главных причин неудовлетворительного настила из К. может оказаться отсутствие расчета при со-

ставлении магнезиального цемента. Надлежащее соотношение между каустич. магнезитом и хлористым магнием устанавливается в зависимости от качества магнезита, крупности помола, степени погашенности магнезита,  $t^\circ$  и влажности помещений и т. д. В среднем следует брать равное весовое количество раствора  $MgCl_2$  в  $30^\circ B\acute{e}$  и каустич. магнезита, что составит весовое отношение кристаллич. хлористого магния к магнезиту 1:0,62. Чем меньше наполнители поглощают влагу из раствора и чем выше  $t^\circ$  воздуха, тем слабее м. б. концентрация раствора. При изготовлении К. применяются три основных дозировки смеси: для бетонных и каменных подготовок—1:2 (один объем магнезита и два объема наполнителя), для деревянных подготовок—1:2,5 и для нижних слоев двуслойных настилов—1:4. При деревянных подготовках обычно употребляется раствор хлористого магния в  $20^\circ$ , при прочих подготовках—в  $21^\circ$  и для смеси 1:4—в  $19^\circ B\acute{e}$  (уд. в. хлористого магния  $30^\circ B\acute{e}$ —1,26). Рецептура смеси составляется в зависимости от веса наполнителей и на работах имеют дело лишь с объемными мерами. Примерная рецептура на 1 м<sup>2</sup> настила приведена в таблице.

Расход материала на 1 м<sup>2</sup> пола.

Материал	Расход в кг	
	при толщине 20 мм	при толщине 12,5 мм
Магнезит . . . . .	9,83	6,14
Хлористый магний . . . . .	13,52	8,45
Опилки . . . . .	12,80	8 00
Краски (сухая мумия) . . . . .	0,155	0,097

Наибольшее значение имеет правильное содержание хлористого магния; при избытке раствора на поверхности выделяются белые пятна, а при недостатке, даже весьма незначительном, уменьшается прочность К. При приготовлении К. производится тщательное смешивание магнезита и наполнителей, после чего добавляется раствор хлористого магния требуемой концентрации в таком количестве, чтобы получилось землисто-влажная масса. Кроме правильной дозировки магнезиальных бетонов не менее важна  $t^\circ$ , при которой производится укладка К. Совершенно недопустима работа при  $t^\circ$  ниже  $13^\circ$ . Излишнее нагревание, в особенности местное, не менее вредно.

После приготовления смеси производится ее укладка на заранее сделанную подготовку. Все подготовки под К., какого бы рода они ни были, должны обладать достаточной крепостью, не быть пористыми, иметь чистую и достаточно шероховатую поверхность и не содержать вредных составных частей (гипс, сера, глина, шлак). При бетонной подготовке толщина ее д. б. не менее 5 см и применяемый речной песок не должен содержать случайн. примесей ила, земли или глины. Бетонная подготовка в больших помещениях должна разделяться  $t^\circ$ -ными швами. Для схватывания бетонной подготовки требуется ок. 4 недель; при укладке К. на свежем бетоне неминуема порча К. Перед укладкой К. подготовка должна очи-

шаться до остатков цемента. Для бетонной подготовки рекомендуются дозировки: бетон на гравелистом песке—1:7 и бетон на кирпичном щебне—1:2:4, 1:2,5:4,5 и 1:3:5. При укладке К. по старому бетону нужно засыпать имеющиеся трещины опилками или песком. Железобетонные перекрытия столь же хороши под К., как и бетонные подготовки, но должны иметь шероховатую поверхность и арматура должна отстоять от поверхности бетона не меньше, чем на 3 см. Повреждение арматуры хлористым магнием возможно при этом условии лишь в том случае, если подготовка не покрыта предварительным слоем магнезита (что рекомендуется при всех подготовках) и если в цементе Сореля имеется избыток хлористого магния. Перекрытия по деревянным балкам являются ненадежной подготовкой в фабричных зданиях. Перекрытия подвалов над котельными центрального отопления, равно как и асфальтовые подготовки, непригодны под К. без специального термоизоляционного слоя. Полы из К. могут быть однослойными, толщиной в 12,5 мм (фабрично-заводские помещения), или двухслойными—в 20 мм (жилые помещения). По кирпичной подготовке и по дереву целесообразно укладывать двухслойный настил. При укладке по дереву однослойного настила возможно образование волнообразной поверхности, и могут произойти местные разрывы. В деревянной подготовке д. б. устранены пружинающие места. Доски должны быть здоровыми (без гнили) и сухими, минимальной толщины в 2,5 см и максимальной ширины в 10 см. Целесообразны набивка на деревянную подготовку брусков или планок (3×6 см на расстоянии 2—3 см друг от друга), насаживание досок молотком каменщика, вбивание кровельных гвоздей или натягивание проволочной сетки, толщиной 1,4 мм, с ячейками в 1,5—2,0 см.

Перед началом укладки необходимо проверить пригодность подготовки путем отстукивания молотком и пробной выемки (проверка твердости, однородности и отсутствия извести и глинистого песка), промыть ее от приставшей грязи и придать гладким участкам шероховатость. Наносимая масса К. вдавливается трамбованием в неровности подготовки. При трамбовании на поверхность выделяется избыточный раствор, нейтрализуемый сухой смесью магнезита с наполнителем. Все выступающие из подготовки железные части (паропроводы, трубопроводы и т. п.) во избежание ржавчины д. б. изолированы смолой или асфальтом; имеющаяся ржавчина д. б. удалена. Необходимо следить за тем, чтобы предварительный слой из магнезита не высыхал до нанесения массы К.; в противном случае наступает выпучивание и отслаивание К., что приводит к гибели настила. К. набрасывают небольшими кучками, разравнивают граблями и брусками и затем утрамбовывают крест-накрест деревянной или чугунной трамбовкой. При двухслойном настиле трамбовка высвободилась как верхний, так и нижний слой. В верхние слои желательно класть смесь из мелких опилок (1/3) и древесной муки (2/3). Схватывание массы ранее чем через 2 ч. указывает на недожог магнезита; если же схватывание длится свы-

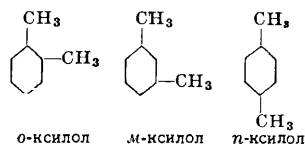
ше 5 ч., то это свидетельствует о пережоге. Процесс твердения настила требует от 24 до 48 часов; желательно сохранять свежий настил от повреждений в течение 4—5 дней. Настил посыпают, во избежание повреждений, опилками. Через 4—6 недель настил можно проолифить и мыть. При укладке К. необходимо оставлять свободное пространство около паропроводов, могущих расширяться при нагревании. Уход за настилом заключается в его натирке воском или пропитывании олифой (1 раз в 3—4 мес.), с последующим мытьем. Выделяющиеся налеты хлористого магния удаляют теплой водой. Перед проолифкой полы д. б. также вымыты теплой водой. Олифа м. б. заменена смесью из 1 ч. олифы, 1 ч. керосина и 1 ч. скипидара.

К. нельзя применять: а) в фабричных помещениях, где происходит химич. процессы с выделением жирных к-т; б) на сахарных заводах, в) на химических, кожевенных и пивоваренных заводах, г) в прачечных заведениях и в помещениях, насыщенных паром. В уборных и ваннных помещениях К. должен быть или покрыт изоляционным слоем или хорошо проолифен.

Лит.: Байков А., Исследования над наустическим магнезитом, СПб, 1913; Пантелеймонов В. Г., Магниево соли из Саксонского озера и промышленности, применение солей магния, М., 1925; Лоренсон Г., «СП», 1927, 12; статьи Лапина И., Лоренсона Г., Розова В., там же, 1928, 6—7; статьи Розова В. А., Пантелеймонова В. Г. и Гандурина Г., там же, 1; Магинский В. И., Новые строит. материалы минерального происхождения, М.—Л., 1930 (очар.); Vohnagen A., Der Kunststein, Lpz., 1909; Probst E., Handbuch d. Zementwaren- u. Kunststeinindustrie, 3 Aufl., Halle, 1927; Lehner S., Die Kunststeine, 3 Aufl., W.—Lpz., 1927.

Г. Копелянский.

**КСИЛОЛЫ**, диметилбензолы, общий термин для трех между собой изомерных углеводородов, отвечающих формуле  $C_8H_{10}(CH_3)_2$ :



o-ксилол      m-ксилол      p-ксилол

Ортоксилол — бесцветная жидкость приятного запаха,  $t^{\circ}_{заст.} -45^{\circ}$  и  $t^{\circ}_{кип.} 144^{\circ}$ , уд. в.  $D^{25} = 0,88514$ ; при окислении разбавленной  $HNO_3$  превращается в o-толуиловую кислоту,  $C_8H_8(CH_3)(COOH)$ , при окислении же перманганатом кроме этой кислоты образуется также фталевая кислота,  $C_8H_6(COOH)_2$ .

Концентрированная  $H_2SO_4$  переводит o-ксилол в 1,2-диметилбензол-4-сульфокислоту, хлорангидрид которой плавится при  $52^{\circ}$ , а амид—при  $144^{\circ}$ . Метаксилол — жидкость с  $t^{\circ}_{заст.} -54,8^{\circ}$  и  $t^{\circ}_{кип.} 138,8^{\circ}$ , уд. вес 0,8691. При окислении разбавленной  $HNO_3$  превращается в m-толуиловую кислоту, а перманганатом или хромовой к-той—в изофталевою к-ту. При сульфировании образуются две изомерные сульфокислоты: 1,3-диметилбензол-2-сульфокислота, дающая жидкий хлорангидрид и амид с  $t^{\circ}_{на.} 97^{\circ}$ , и 1,3-диметилбензол-4-сульфокислота, имеющая хлоран-



гидрид с  $t_{пл.}^{°}$  34° и амид с  $t_{пл.}^{°}$  137°. Параксилол — моноклинные, бесцветные кристаллы с  $t_{пл.}^{°}$  15°,  $t_{пл.}^{°}$  138° и удельн. в. 0,8661. При действии разбавленной  $HNO_3$  получается *n*-толуиловая к-та, а при окислении перманганатом или хромовой к-той — терефталевая кислота; перекисью марганца с серной к-той окисляется в *n*-толуиловый альдегид. Сульфирование приводит к 1,4-диметилбензол-2-сульфокислоте, хлорангидрид к-рой плавится при 26°, а амид при 148°.

Все три К. находятся в каменноугольном и буроугольном дегте. Содержание К. в сыром бензоле колеблется от 3 до 10% в зависимости от сорта продажного бензола. К. был также обнаружен в продуктах сухой перегонки дерева. Небольшие количества К. наряду с другими ароматич. углеводородами встречаются в различных сортах нефти (галицийской, румынской, кавказской, калифорнийской и др.). В продаже существуют 3 сорта К., представляющие собой смеси всех трех изомеров: 1) сырой К., бесцветная или слабо окрашенная в желтый цвет жидкость, 90% к-рой перегоняются от 120 до 150°; 2) очищенный К. — жидкость, которая перегоняется при 120—145°; 3) чистый К. — жидкость, 10% к-рой перегоняется до 138°, 70% — до 139°, 88% — до 140° и 90% — до 140,5°; удельн. в. 0,867—0,869. Этот сорт технического К. состоит из ~60% *m*-ксилола, 10—25% *o*- и *n*-ксил. в и небольших количествах тиоксена (диметилтиофена), этилбензола, триметилбензола и жирных углеводородов. Испытание продажного К. кроме определения удельн. в. заключается в производстве дробной разгонки в заранее определенных условиях, причем фракцию, переходящую при 135—137°, рассматривают как *m*-ксилол, фракцию 137—140° — как *o*-ксилол и фракцию 140—145° — как *n*-ксилол. Это деление произвольно, и каждая фракция далеко не отвечает чистым изомерам. Более точное разделение осуществляется обработкой серной кислотой по методу, аналогичному технич. методу выделения *m*-ксилола (см. ниже).

Получение К. Синтетич. способы приготовления отдельных К. технич. значения не имеют. Основным источником получения К. является каменноугольный деготь или, вернее, его легкие погоны, из к-рых К. выделяется путем фракционированной разгонки. Полученный этим путем и очищенный от органич. оснований, непределенных углеводородов и кислых продуктов последовательными обработками серной к-той и раствором едкого натра, К. представляет собой смесь всех трех изомеров. Разделения К. на отдельные изомеры обычно не производят, т. к. подобное разделение осуществляется гораздо легче и удобнее дальнейшей химич. переработкой, именно после превращения его в аминокислотные производные — ксилитины. В тех случаях, когда требуется чистый *m*-ксилол (напр. для получения псевдобутил-*m*-ксилола — искусственного мускуса), технич. продукт обрабатывают при 80° сначала небольшим количеством конц.  $H_2SO_4$ , а затем приливают еще столько к-ты, чтобы отношение  $H_2SO_4$  к образовавшейся воде было равно 4:1; при этом сульфированию подвер-

гается только *m*-ксилол, тогда как другие изомеры остаются неизменными. После отделения кислотного слоя от углеводородов к первому приливают столько воды, чтобы уд. в. был равен 1,4; при этом выкристаллизовывается *m*-ксилол-4-сульфокислота, из к-рой обработкой перегретым водяным паром или нагреванием ее аммониевой соли получают чистый *m*-ксилол. К. применяются гл. обр. для переработки на ксилитины; ими пользуются также для растворения каучука и поглощения нафталина из каменноугольных газов; *m*-ксилол служит для приготовления искусственного мускуса.

**Производные К.** Нитрокислоты получают нитрованием технических К.; при этом образуется пять монокислот  $C_6H_3(CH_3)_2NO_2$ , из к-рых 4 являются производными *m*- и *o*-ксилолов, а один — *n*-ксилола. Индивидуальные изомеры в технике не выделяются и их смесь непосредственно перерабатывается на ксилитины.

**Ксилитины** — аминокислоты, общей формулы  $C_6H_3(CH_3)_2NH_2$ . Характеристики ксилитинов и  $t_{пл.}^{°}$  их хлористоводородных солей (А) и ацетильных производных (Б) приведены ниже:

Ксилитины	$t_{пл.}^{°}$	Уд. в.	А	Б
3-амино-1,2-диметилбензол, жидкость . . . . .	223°	0,991	254°	131°
4-амино-1,2-диметилбензол, $t_{пл.}^{°}$ 49° . . . . .	223°	1,075	256°	99°
2-амино-1,3-диметилбензол, жидкость . . . . .	216°	0,980	—	173,5°
4-амино-1,3-диметилбензол, жидкость . . . . .	212°	0,9, 8	235°	129°
2-амино-1,4-диметилбензол, $t_{пл.}^{°}$ 15,5° . . . . .	21°	0,980	22°	139,5°

Ксилитины получают восстановлением нитрокислот, аналогично получению анилина из нитробензола. Дальнейшая переработка состоит в выделении *m*- и *n*-ксилитинов. Для этой цели 4 ч. технич. ксилитина смачивают с 1 ч. ледяной уксусн. к-ты, причем большая часть *m*-ксилитина выделяется в виде ацетата, который отфильтровывается. Из раствора после прибавления соляной кислоты выделяются кристаллы хлористоводородного *n*-ксилитина. Последний можно также выделить, обрабатывая раствор (121 ч.) бензальдегидом (106 ч.), отчего образуется нерастворимый бензилденксилитин ( $t_{пл.}^{°}$  102—103°), который при кипячении с серной к-той разлагается на *n*-ксилитин и бензальдегид. Если же к технич. ксилитину прибавить соляную к-ту, то выпадает смесь хлористоводородных солей *m*- и *n*-ксилитина, тогда как остальные основания остаются в растворе. Разделение *m*- и *n*-ксилитина осуществляется посредством формальдегида, к-рый с *m*-изомером не реагирует, а с *n*-ксилитином образует диаминоди-*n*-ксилитиметан,  $NH_2 \cdot C_6H_2(CH_3)_2 \cdot CH_2 \cdot C_6H_2(CH_3)_2 \cdot NH_2$ , выделяемый в виде сульфата. Чистый *m*-ксилитин широко применяется для приготовления многочисленных красителей; для этой же цели пользуются и *n*-ксилитином, хотя число изготовляемых из него красителей значительно меньше. Нек-рые красители получают непосредственно из смеси изомерных ксилитинов. Смесь технического ксилитина и  $\alpha$ -нафтола была рекомендована для обогащения руд путем флотации. Отбросы ксилитина перерабатываются в *n*-толуолсульфо-

производные, применяемые для изготовления липкой бумаги для уничтожения мух.

Ксиленолы, оксиксилололы,  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{C}_6\text{H}_2\text{O}_2\text{H}$ , вещества со свойствами фенолов. Они находятся в каменноугольном дегте и выделяются из него вместе с крезолами (см.). Ксиленолы при высоких  $t^\circ$ , особенно в присутствии катализаторов, разлагаются, и потому перед разгонкой их следует обрабатывать окисью свинца или сжатым воздухом для разрушения сернистых соединений, являющихся катализаторами разложения. Ксиленолы применяются для изготовления антисептич. мыл, моющих средств и других препаратов.

Лит.: Ullm. Enz., В. 12; Lunge G. u. Köhler H., Die Industrie d. Steinkohlenteers u. Ammoniaks, 5 Aufl., В. 1—2, Brschw., 1912. С. Медведев.

**КУБОВЫЕ КРАСИТЕЛИ**, красящие вещества, нерастворимые в воде, но при щелочном восстановлении переходящие в лейкосоединения (см.) фенольного характера, растворяющиеся в щелочах. При окислении воздухом эти лейкосоединения превращаются обратно в исходные красители, на чем и основано применение их в крашении и ситцепечатании. При гладком крашении в качестве восстановителя применяют б. ч. гидросульфит натрия, при ситцепечатании—формальдегидсульфоксилат. К числу К. к. принадлежат: индиго, тиюиндиго красный и другие индигоиды, индантрены, альголи, цианоны и другие подобные антрахиноновые производные (см. *Красящие вещества синтетические и Крашение*). Кубовое крашение отличается большой прочностью, но обходится довольно дорого. Из кубовых красителей самое большое распространение имеет индиго.

А. Порай-Носиц.

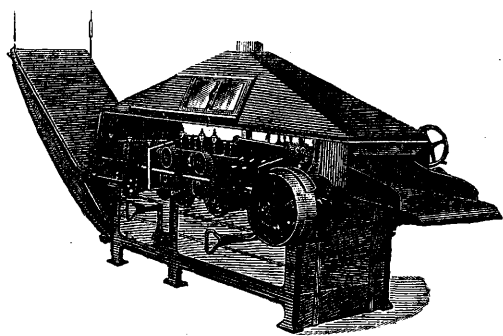
**КУДЕЛЬ**, короткое спутанное льняное волокно. В крестьянских хозяйствах К. получается при чесании трепаного льна. Чесание производят: 1) щетинными щетками, 2) на гребнях или 3) просто на гвоздях, вбитых в доску остриями кверху. Эта обработка напоминает фабричное чесание. Аналогично фабричному чесаному льну и оческу, при домашней крестьянской переработке получается длинное волокно, называемое *чесанцом*, кужелем и другими местными названиями, и короткое волокно, называемое К. Как и лен, К. по качеству бывает различная; расценивается она по №, начиная от № 20 и кончая № 4. На 3-дах первичной обработки К. получается в результате переработки низкосортной тресты льна (стеблей льна, полученных после мочки или стланья) и обработки отходов длинного волокна.

Для получения К. строят куделеприготовительные машины, которые в основном состоят из трех частей: мялки, трепально-го аппарата и трясилки. Этрих выпустил куделеприготовительные машины трех типов: 1) короткий тип машины—состоит из 5 пар рифленых валиков (мялки), 2 пар трепальных барабанов и 3 валиков с иглами (трясилка); 2) средний тип машины—состоит из мялки в 11 пар рифленых валиков, 3 пар трепальных барабанов и 6 валиков с иглами (трясилка) и 3) большой тип машины—состоит из мялки в 21 пар рифленых валиков, 3 пар трепальных ба-

рабанов и трясилки на 9 валиков. Машина первого типа служит гл. обр. для очистки пакли, а 2-го и 3-го типов—для обработки «путаны» и стеблей низкосортного льна.

Процесс обработки на куделеприготовительных машинах складывается из сильного промина, измельчения древесины (костры), при помощи трепальных барабанов, вращающихся с большой скоростью, вытряхивания костры на трясилке. Вся обработка ведется одним общим непрерывным процессом на одной машине. Основным условием для продуктивной работы куделеприготовительной машины является пониженная влажность материала, выражающаяся ~ 6—8%. Это обстоятельство вызывает необходимость подсушки материала перед пропуском его через куделеприготовительную машину. Не говоря уже о расходах на подсушку, переработка сухого льна при сильном мятье и трепании, что имеет место в куделеприготовительных машинах, нарушает крепость и цельность волокна. К. в этом случае состоит из разорванных коротких волокон. Куделеприготовительные машины, за редким исключением, не дают высокого № волокна; при обработке тресты среднего качества получают № 6—8—10. Этот основной недостаток куделеприготовительных машин заставляет конструкторов разрабатывать тип новой машины, работающей на другом принципе, но практически этот вопрос не получил пока разрешения.

Куделеприготовительная машина требует для своего обслуживания трех рабочих, не считая рабочих для подноски к машине материала из сушилки. Производительность машины около 1 600—2 000 кг перерабатываемой тресты за 8-часовой рабочий день. При выходе волокна в 25% от веса тресты производительность машины выражается в 400—500 кг К. Производительность куделеприготовительной машины, при очистке пакли на машине короткого типа, повышается,



достигая 500—700 кг чистого волокна за 8-час. рабочий день. Размеры куделеприготовительных машин Этриха (в м) следующие:

	1-й тип	2-й тип	3-й тип
Длина . . . . .	5,10	7,40	9,35
Ширина . . . . .	2,00	2,50	2,55

Куделеприготовительные машины (см. фиг.) требуют 4—8 HP (по Этриху, электромотор 12 HP); работа вентилятора (на обеспыливающие машины) дополнительно требует около 1,5 HP. Куделеприготовительные машины по

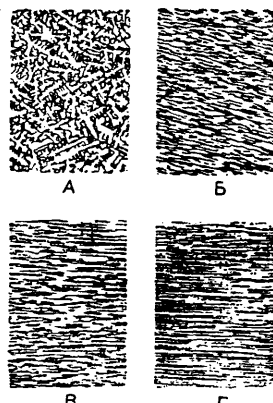
типу Этриха изготавливает и выпускает в СССР Брянский механический артиллерийский завод.

И. Рябов.

Лит.: см. *Сельскохозяйственное машиностроение*.

**КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**, технологич. процесс горячей обработки металлов, имеющий целью при помощи отковки получить изделие нужной формы или придать металлу изделия наибольшее сопротивление разрушению. Из всех технологич. процессов обработки металлов правильно проведенный процессковки дает наименьший расход металла на изделие, придавая ему в то же время наибольшую присущую данному металлу прочность. Надо однако иметь в виду, что и до настоящего времени не все еще ясно в процессековки, и потому в случае неправильного ведения этого процесса в результате иногда получается металл даже слабее, чем он был в исходном состоянии—литом. Первоначально, вследствие отсутствия сведений о *макроструктуре* (см.) металлов, не придавали большого значения внешнему очертанию заготовки, из которой изготовлялась деталь машины. Полагали, что можно взять любой кусок металла и вырезать из него ту или иную форму. При такой работе вырезывания с затратой ценного инструмента и машин расход металла на изделие будет максимальным, и отходом является малопригодная стружка. С применением гидродинамической, а затем паровой энергии начали металлу придавать форму при помощи молота—это процесс свободнойковки. Свободнойковке подвергались металл между плоскими или фасонными бойками. Расход материала и время на изготовление детали и на дальнейшую обработку ее с применением метода свободнойковки уменьшились. В дальнейшем в бойках начали делать углубления, соответствующие форме окончательного изделия. Так. обр. свободнаяковка перешла в ковку в закрытых бойках, или штамповку. Как при свободнойковке, так и при штамповке основная работа—переход от большего сечения изделия к меньшему. Но в последнее время, в связи с развитием и усовершенствованием ковальных-осадочных машин развился такой методковки, т. н. *ковально-осадочные работы* (см.), где основной работой является переход от меньшего сечения к большему. Этот метод работы является наиболее экономичным в смысле затраты материала на изделие. Металл идет в ковку обычно в форме слитка или прокатанной заготовки. Весь поверхностный слой слитка (вкл. лист I, 1, 2) состоит из столбчатого слоя кристаллов, расположенных перпендикулярно к стенке изложницы, а центральная часть слитка—из беспорядочно расположенных равноосных кристаллов. Между ними (вкл. лист I, 3, 4) располагаются все включения в сталь, к-рые нерастворимы в твердой фазе; этими включениями являются соединения металлов с серой, фосфором, кислородом и другими элементами, а также шлаковые включения. Следовательно, чем больше загрязнен металл этими включениями, тем больше разъединены кристаллы слитка между собой. Во время процесса вытяжки слитка, безразлично под молотом или между валками, кристаллы вытягиваются

вдоль оси вытяжки, и вид прокованной или прокатанной заготовки из литого слитка получается приблизительно такой, как изображено на фиг. 1, где А—строение литого металла, Б—протянутого с уменьшением сечения в 5 раз, В—в 30 раз и Г—в 150 раз; по строению (макроструктура) можно судить о прочности металла. Работами многих металлургов (Шарпи, Розенгайн, Совер) доказано, что динамическая прочность всецело зависит от направления деформирующих усилий по отношению расположения вытянутых кристаллов (волокон). Шарпи нашел для образца сильно укованной углеродистой стали с содержанием около 0,4% С и обычным содержанием остальных примесей, вырезанного параллельно направлению вытяжки, сопротивление удару равным 13,5 кгм, а перпендикулярно—2,5 кгм т. е. в 5 раз меньше.

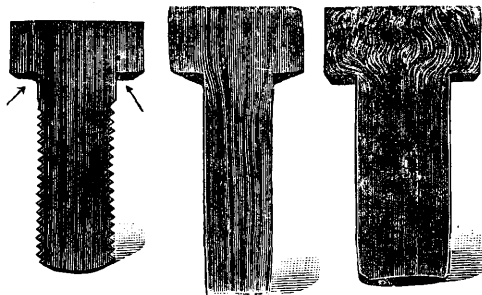


Фиг. 1.

Кроме условия расположения волокон прочность изделия зависит от того, из какой части слитка изготовлено изделие. Центральная масса металла охлаждается медленнее, и потому центральные кристаллы крупнее, а следовательно и межкристаллич. включения имеют пропорциональные кристаллам размеры, т. е. в наружных слоях они мельче, а в центральных крупнее. Во время процессаковки можно отчасти раздробить кристаллы и неметаллич. включения, но сместить их по отношению друг к другу не удастся. Припуски во времяковки остаются по поверхности изделий, и чем больше срезается наружная часть поковки, тем худшего качества металл (с наибольшим количеством включений) остается в изделии. На фиг. 2 представлены три метода выработки головки болта: 1—вырезывание из целого прутка (заготовка толще изделия); 2—свободнаяковка (м. б. в фасонных бойках) из толстого прутка; 3—высадка из тонкого прутка (заготовка тоньше изделия). Ковка по первому и даже второму методу не только дает большие отходы, но кроме того в отход попадает лучший металл; ковка по третьему методу дает наименьший расход металла на изделие, ставит металл в наиболее выгодные (в смысле сопротивления деформирующим усилиям) условия и обеспечивает при всех равных условиях лучшее качество материала.

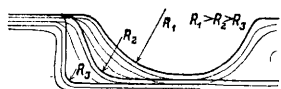
Разобранный пример небольшой поковки можно всецело перенести на условияковки крупных изделий. Требуется например получить (фиг. 3) уступ а безразлично на какой поковке по размеру. Если начать работу насечкой б, затем ковать сильными ударами бойка, образуя уступы в и г, наконец в механич. мастерской обработать по д, то получится тот же результат, что и приковке болта по второму методу, т. е. в д волокна будут перерезаны, и т. о. помимо высоких

напряжений, к-рыми по самой форме (входящий угол) обладает металл, такой ковкой он будет ослаблен. Если нельзя получить заданный прямой угол с осаждением (чему



Фиг. 2.

мешают например большие размеры поковки), то следует специальными накладками с уменьшающимся радиусом ( $R_3, R_2, R_1$ ) выковать угол с возможно меньшим припуском, так чтобы дальнейшая обработка шла параллельно прокованной поверхности, но отнюдь не врезалась для образования формы угла. Из этого примера следует, что вытяжка бойком может иссечь верхний столбчатый слой



Фиг. 3.

(фиг. 4), если края бойка не будут закруглены по слитку будут сразу наноситься сильные удары; в этом случае даже долевая (вдоль проковки) проба будет обладать более низкими механич. качествами, чем если бы поковка была проведена бойками с закругленными краями. Поэтому бойки должны иметь закругленные края и тем больший радиус закругления, чем мощнее молот (при 1-т молоте радиус закругления  $R \approx 25 \div 35$  мм). С этой точки зрения металл, полученный прокаткой, прочнее прокованного, т. к. его поверхностный столбчатый слой не м. б. иссечен круглым валком.

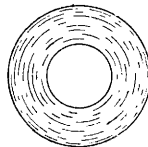
Ковка применяется для всех сортов металлов как черных, так и цветных. Для процессаковки существ. значение имеет состав металла, подвергающегося ковке. Сталь разделяется на 2 сорта—машиноподелочную (ниже 0,4% С) и инструментальную (выше 0,6% С), причем ковка некоторых легированных машиноподелочных сталей аналогична ковке инструментальн. стали. Особенности машиноподелочной стали та, что вследствие малого содержания углерода она имеет структуру со структурно свободным ферритом—мягкой и вязкой составляющей; структуру же инструментальной стали, как и некоторых легированных, составляет



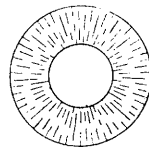
Фиг. 4.

цементит—хрупкая составляющая. Задачаковки в последнем случае состоит в том, чтобы возможно сильнее раздробить цементит. Вследствие того, что цементит располагается в литом материале равномерно по всему сечению, и раздробленные мелкие включения его распределяются равномерно (см. *Быстро-режущая сталь*, вкл. л. 1, 2, 3, 4), тогда как в мягких сортах стали, особенно в железе невысокого качества, центральная часть, где особенно группируются неметаллич. включения, не смещается при ковке и эти включения не м. б. раздроблены. В виду этих соображений заготовку из машиноподелочной стали для удешевления производства обычно прокатывают и затем проковывают, тогда как инструментальную и легированную стали с большими включениями цементита лучше подвергать только ковке.

Принимая во внимание направление волокон металла и направления деформирующих усилий, можно указать, при каком соотношении этих направлений одна и та же внешняя форма изделия будет наиболее прочной, а потому какой методковки пригоден в зависимости от условий службы изделия.



Фиг. 5.



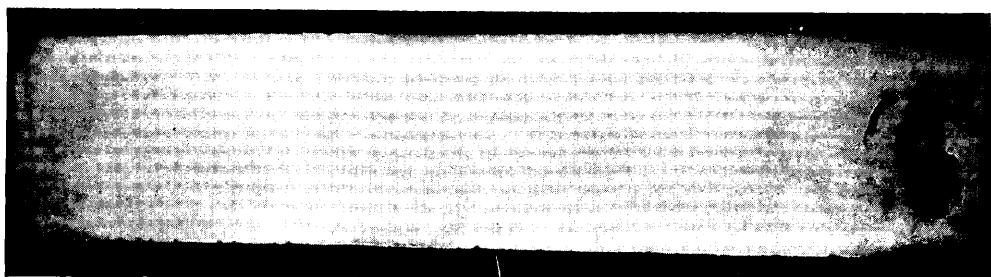
Фиг. 6.

Напр. можно сравнить две поковки кольца—одну, назначенную для изготовления бандажа, а другую—для колесовой шестерни (фиг. 5, 6). Для бандажа требуется, чтобы волокна стали были расположены параллельно плоскости катания: это строение обеспечит наибольшее сопротивление износу; для зубьев же шестерни направление волокон параллельно внешней поверхности очевидно создает наименьшее сопротивление излому; поэтому для хорошей службы нужно иметь направление волокон перпендикулярно к поверхности катания. Если расположение волокон стали имеет такое большее значение, то вполне естественно изучение самого течения и расположения этих волокон под влиянием удара. Эта работа была проделана Массеем. На вкл. л. II приведены фотографии образцов из мягкой стали с точно вставленным стержнем из той же стали, подвергнутых Массеем деформации ковкой и разрезанных потом по центру для выявления течения металла. Размеры образцов следующие: диаметр 75 мм, высота 75 мм, диам. стержня 25 мм.

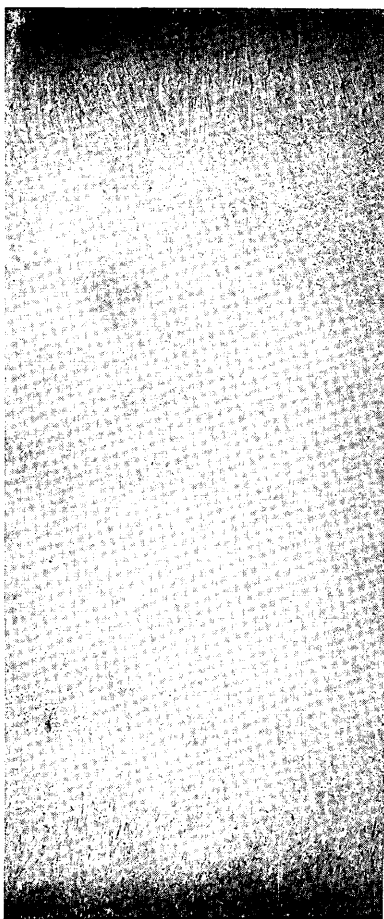
Строка 1: ковка производилась молотом в 50 кг; число ударов показано под каждой фигурой; осадка была А=56 мм, В=38 мм, С=25 мм.

Строка 2: ковка под молотом в 500 кг при тех же условиях.

Строка 3: ковка под молотом в 2 000 кг при тех же условиях. Колонки D, E и F указывают действиековки прессом. Пресс был во всех случаях один и тот же; накаптий было столько же, сколько ударов молота. Общие результаты от действия молота и от действия пресса, как видно из фотографии, одинаковы. Следует отметить нек-рые детали: от действия пресса в центральных слоях течение металла больше, чем от молота (у F центр шире, чем у С на 3—6 мм). У молота максимум истечения металла лежит ближе к верхнему бойку на 3—5 мм, а у пресса—в центре.



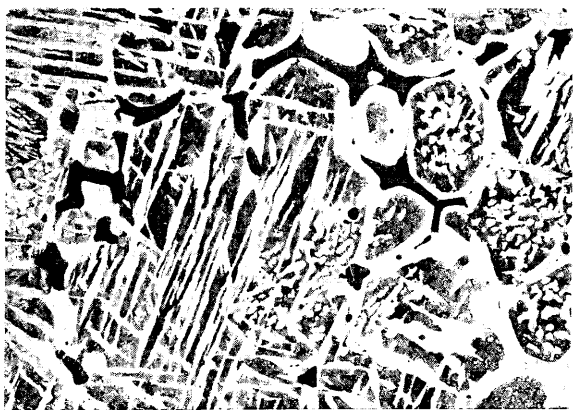
1



2



3



4

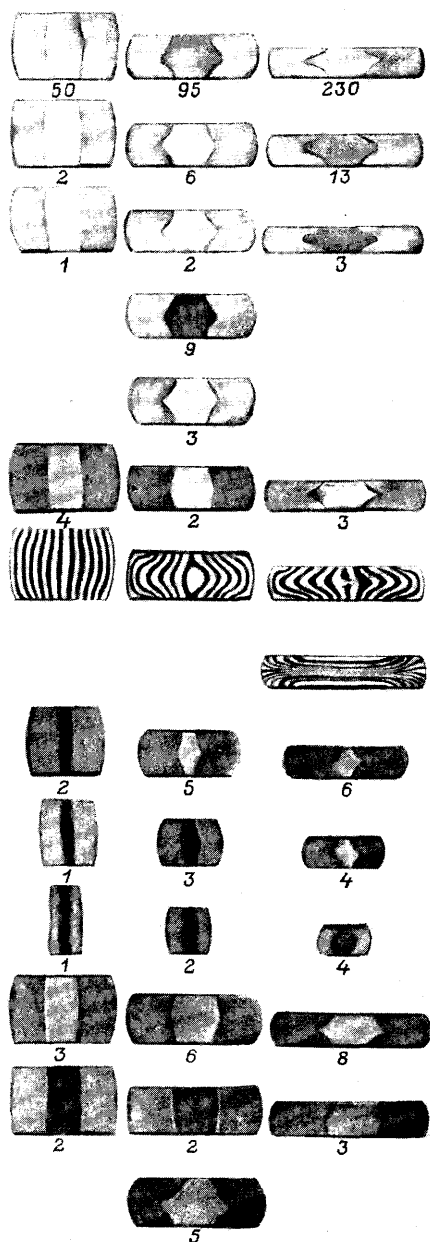
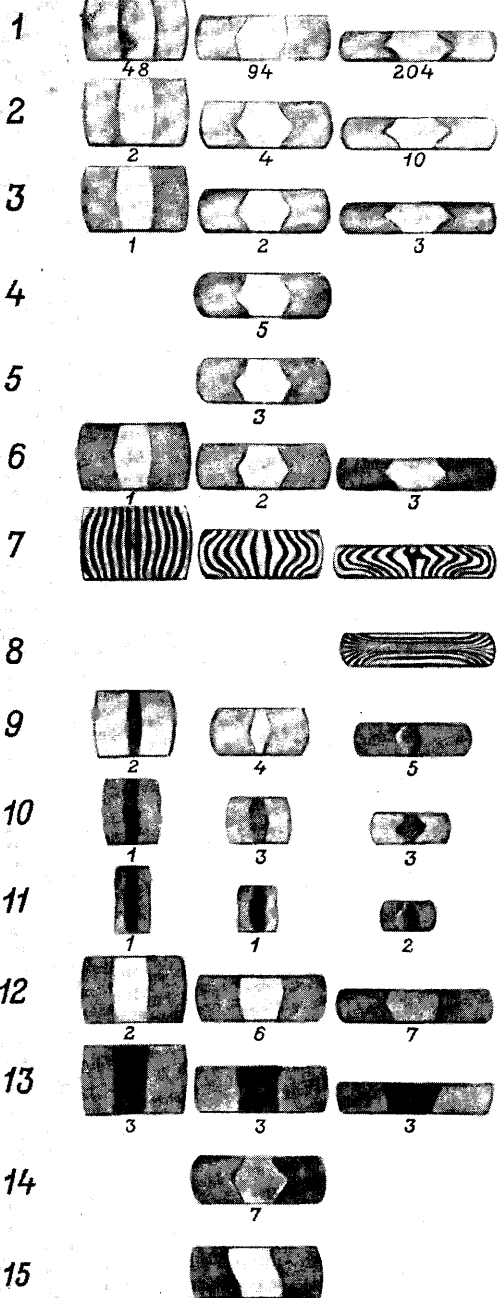
1 и 2. Макроструктура слитка очень чистой стали. ( $P < 0,03$ ;  $S < 0,01$ ). 3 и 4. Расположение неметаллических включений между кристаллами.

МОЛОТ

ПРЕСС

A B C

D E F



Кроме того из приведенных примеров можно вывести, что для данного образца наиболее пригоден молот в 500 кг, как дающий деформацию после нормального числа ударов. Вес молота не оказал никакого влияния на течение металла, т. к. формы поковки получились в колонках С и F одинаковыми.

Строка 4: В—ковка при 750°; Е—то же под прессом.

Строка 5: В—ковка при 1250°, Е—то же под прессом. Темп-ра никакого влияния на окончательные результаты не оказала.

Строка 6: деформация свинца. На бойки была положена наждачная бумага, чтобы избежать самосмазывания бойков свинцом.

Строка 7: деформация цилиндров из двухцветного воска. Поток материала схож с потоком стали (в некоторых случаях полезно использовать восковые фигуры для исследования течения металла под влиянием деформирующих усилий).

Строка 8 дает понятие, как текут горизонтальные слои (восковые фигуры).

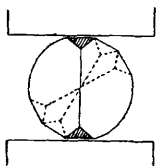
Строки 9, 10, 11—деформация проводилась под молотом в 500 кг, но над образцами разной высоты: строка 9—100 мм, 10—150 мм, 11—225 мм высоты. Результаты опытов: ни на 9 ни на 10 строках особых отличий от 2 строки нет, строка 11 показывает одинаковые деформации как под действием молота, так и от пресса (А и D), но отличный от строки 2 результат—вспучины на концах и неизменная центральная часть; при дальнейших ударах, с уменьшением высоты сравнительно с диаметром, получается тот же результат, что и в 1, 2 и 3 строках.

Испытания строки 12 произведены при тех же условиях, что и испытания строки 2, по бойки были смазаны маслом и графитом для уничтожения действия поверхностного трения, которое является фактором, задерживающим течение металла с поверхности. Вставка в цилиндр с верхней поверхности на 10 мм, а с нижней на 3 мм шире, чем в строке 2. Разница в результатах между верхом и низом цилиндра получена оттого, что смазка снизу скорее выгорала, чем сверху.

Из строки 13, где показана ковка «самосмазывающегося» свинца, можно сделать вывод, что если бы не было поверхностного трения, то металл растеклся бы одинаково как в центре, так и снаружи.

В строке 14 показана ковка твердой хромоникелевой стали, а в строке 15—ковка при обыкновенной 1°. Следовательно при всех условиях течение металла больше в центре, чем снаружи (в строке 15—образец случайно согнулся, однако измерения показали, что центр вставки на 5 мм шире, чем края).

Из вышеприведенных образцовковки особое внимание должно обратить на себя строка 11. Возникает вопрос: бывают ли такие случаи в практике, когда толстая (высокая) поковка ковалась бы узким бойком. Можно указать примеры из практики: нельзя ставить длинную заклепку (длиннее двух диаметров), т. к. ни при какой клепке (ни молотом ни прессом) она плотно сидеть не будет, что ясно видно из результатов строки 11, А. Кроме такого частного случая имеется общий случай: напр. подкатка круглого сечения на плоских бойках. В этом случае боек всегда соприкасается с малой площадью поковки (фиг. 7), а потому металл в центре полосы не будет течь. На фиг. 8 представлены результатыковки образца из мягкой стали квадратного сечения (сторона квадрата 75 мм) на круглое сечение в разных условиях—под молотом и под прессом; послековки конец отрезался и разрезался пополам. Темп-раковки была 1050° (№ 8—800°), число ударов молота приблизительно было такое же, как и нажатий пресса. Вес молота 500 кг кроме случаев 2 и 7; пресс был быстроходный, дающий 120 нажатий в мин.



Фиг. 7.

Строка 1: ковка на квадрат; концы выпуклые в обоих случаях.

Строка 2: то же, но легким молотом. Концы менее выпуклы, но вполне заметны.

Т. Э. т. XI.

Строка 3: ковка на круглое сечение в ожимках. Концы выпуклые.

Строка 4: квадрат прокован по диагонали и закончен в ожимках. Это обычный приемковки. Концы мало выпуклы.

Строки 5, 6, 7: кругление проведено сполна под плоскими бойками, следовательно соприкасалась узкая полоса бойков; веде концы вогнуты, особенно под прессом.

Строка 8: то же, что в строке 6, но при более низкой 1° (800°); ясно, что температура не имеет существенного значения.

Из этих опытов можно сделать следующие выводы. 1) Общераспространенное мнение,

Опыт	ОБОЗНАЧЕНИЕ	Число ударов	МОЛОТ	ПРЕСС	Число нажатий
1	Ковка на квадрат  молотом 500 кг	16			17
2	то же молотом 50 кг	300			300
3	Ковка в ожимках  молотом 500 кг	15			16
4	Ковка по диагонали  молотом 500 кг	118			110
5	Кругление под плоскими бойками  молотом 500 кг	30			50
6	то же легкие удары	150			135
7	то же еще более легкие удары молотом 50 кг	550			500
8	То же при 800°	146			133

Фиг. 8.

что ковка молотом уплотняет металл с внешней стороны, а действие пресса проникает через все сечение, ошибочно и опытом не оправдывается. 2) При ковке металла в плоских бойках металл стремится течь изпод бойков параллельно их плоскостям. Наружные слои металла задерживаются поверхностным трением и охлаждающим действием поверхности бойка. Площади этих слоев постепенно уменьшаются в глубину металла, образуя призму металла, находящегося в напряжении и не растекающегося под влиянием удара. 3) Границы этих призм видны яснее при ковке молотом, чем при ковке прессом; в металле образуются сдвиги на этих границах. 4) На полосах квадратного сечения, в которых высота не более ширины бойка, соприкасающегося с металлом, призмы от верхнего и нижнего бойков сходятся в центре полосы, а т. к. вертикальные усилия бойков передаются через эти призмы, то максимальное напряжение металл имеет в центре; поэтому наибольшее истечение имеет место в центральных слоях

металла, вследствие чего наружные слои полосы после удара имеют выпуклую форму. 5) Поверхностное трение бойков одинаково в случае работы как молотом, так и прессом, но уменьшается в зависимости от числа ударов, сделанных для получения одной и той же деформации. 6) Поверхностное охлаждение бойками больше при работе прессом, чем при работе молотом, вследствие более длительного соприкосновения поковки с бойками. 7) В поковках, имеющих большую высоту, чем площадь бойков, призмы напряжений не сходятся, и наружный конец такой полосы имеет вогнутую поверхность в центре полосы, но выпуклую у поверхностного слоя. 8) Так как при круглении полосы квадратного сечения только узкая полоска будет соприкасаться с бойком, то конец полосы всегда будет в центральной части в напряженном состоянии и иметь трубчатый вид, какой бы мощности молотом или прессом эту работу ни производить. При ковке прессом это явление только усиливается. Эти выводы касаютсяковки всех металлов.

При изготовлении некоторых изделий технические условия требуют определенную кратность  $u$  к  $o$  в  $k$ . Уковкой называется уменьшение площади сечения исходного слитка до размеров сечения поковки. Например техн. условия НКПС требуют, чтобы паровозная ось изготовлялась из слитка с diam. в 2 раза большим, чем ось; франц. технич. условия ж. д. требуют для получения заклепочного железа 50-кратного уменьшения сечения исходного материала и т. п. Большая уковка улучшает долевую пробу за счет ухудшения поперечной (динамич. хрупкость). Большое исходное сечение заготовки значительно удорожает производствоковки в виду предъявляемых требований к ковке, часто во вред прочности изделия.

По экономич. соображениям (легче ковать) ковка должна производиться в таких условиях, чтобы сопротивление деформации было наименьшим при сохранении или даже увеличении тягучести. Такие условияковки стали будут при  $t^{\circ}$  1100° (для разных составов стали своя специфическая  $t^{\circ}$ ), для дуралюминия 490±20° и т. д. Выявление этих условий, например для медных сплавов, дало возможность найти  $t^{\circ}$ , более подходящую для производстваковки (прокатки) их, что дало уменьшение времени, потребного для деформации, а также числа механизмов. Нагрев изделий должен идти при определенных условиях, а именно: 1) требуется равномерность нагрева посаженных в печь изделий; 2) д. б. дана возможность регулировки  $t^{\circ}$  нагрева (иногда в очень узких пределах, например для дуралюминия); 3) не допускается в пламенных печах начинать процесс горения в непосредственной близости от нагреваемых предметов; 4) производительность печей должна соответствовать производительности ковочных механизмов: печи с малой производительностью задержат производительность механизма, с большой—дадут перегретый, т. е. испорченный, материал.

Для нагревания крупных изделий из железных сплавов в качестве топлива применяются: уголь, нефть и генераторный газ;

для мелких—те же виды топлива, но кроме того светильный газ и электричество. Для нежелезных сплавов в виду необходимости точной регулировки нагрева и невысокой  $t^{\circ}$  (не выше 750°) в настоящее время выгодно иметь механизированные электрические печи (см.). В небольших кузницах кустарного типа и при переносных сборных работах для нагрева мелких поделок из железа применяется кузнечный горн—самое не совершенное нагревательное устройство: ни одно из вышеперечисленных правил не соблюдается при таком нагреве, поэтому применение горна не рекомендуется для нагрева стали; во многих кузницах горны заменяются постепенно нагревательными печами.

Для нагрева металла имеет большое значение объем нагреваемого изделия. Передача тепла в печи совершается от нагреваемого тела к поверхности металла гл. обр. лучеиспусканием и отчасти конвекцией (см.), а от поверхности металла внутрь—только теплопроводностью; поэтому количество тепла, получаемое поверхностью, больше, чем отводимое в центральную часть. В виду этого металл м. б. при большой разности  $t^{\circ}$  пережжен снаружи и не нагрет внутри. Это явление выражается тем сильнее, чем меньше теплопроводность металла (например высоколегированные стали) и чем больше разница  $t^{\circ}$  между нагревательным элементом (электрич. печь или факел пламени) и нагреваемым металлом. Поэтому для нагрева металла необходимо соблюдать некоторый предел разности  $t^{\circ}$ , особенно для легированных сталей или цветных металлов. Например быстрорежущая сталь требует не меньше двух, а лучше трех подогревов:

	1-й подогрев	2-й подогрев	3-й подогрев
$t^{\circ}$ центра металла . . . . .	300	730	1100° (ковочный жар)
$t^{\circ}$ печи . . . . .	500	900	1300°

Для железа с содержанием С около 0,1% возможен сразу нагрев до ковочного жара. Подина нагревательных печей д. б. сухой, не из шамотного кирпича (с песчаной подсыпкой), а лучше набитой доломитом, или хромистой рудой, или тальковым камнем, получаемым на Урале.

Ковочные механизмы разделяются на 2 группы: 1) паровые молоты, пневматические и воздушные молоты, падающие молоты и 2) прессы—гидравлические, паро-гидравлические, фрикционные, ковочные машины. Первая группа—это механизмы, работающие ударом, а вторая—постепенным нажатием. В зависимости от способности металла быстро деформироваться применяется тот или иной вид механизма. Результаты течения металла от действия обоих типов механизмов, как видно из опытов Массея, одинаковы. Большие молоты (падающий вес более 20 т) по экономическим и конструктивным соображениям заменяются прессами. Выше были указаны три главных приемаковки: 1) свободная ковка (для фасонных и 3) высадочных работ (ковально-осадочные). Для каждого из этих приемов применяются соответствующие ме-



ханизмы: для первого—паровые пневматич. молоты, гидравлич. и паро-гидравлические прессы; для второго—паровые, воздушные падающие молоты, фрикционные прессы; для третьего—ковочные машины, трехшпиндельные гидравлич. прессы. При штамповке и высадочных работах в качестве инструмента применяют штампы; при свободной ковке—разные инструменты, подкладываемые под бойки на поверхность поковки.

Для определения механич. свойств готовые поковки подвергают согласно технич. условиям испытанию на разрыв и на удар (см. *Спр. ТЭ*, т. II, и *Испытание материалов*). Вследствие резкого расхождения этих свойств в поперечном и долевом направлениях следует при вырезании из детали образца учитывать это обстоятельство. Если испытываемая деталь требует высоких механич. качеств в поперечном направлении, а испытание показывает низкие (хотя в долевом направлении и высокие) механич. качества, то это указывает на необходимость изменения методики производстваковки, что необходимо проверять в каждом переходе (от ручья к ручью) путем рассмотрения макроструктуры детали. Кроме того при больших размерах детали имеет значение то, откуда взят образец—из части ближе к наружной поверхности или к центру. Следует заранее точно оговорить в технич. условиях (и учесть при конструировании), в каком месте какими свойствами должен обладать материал. Задание будет невыполнимым, если потребуются в изделии от 400 до 500 мм толщиной иметь по всему сечению одинаково высокие механические качества; центральная часть при всех условиях будет хуже наружной (на удар и сжатие) и можно лишь поставить условие о процентном выражении этого ухудшения. Высокий % уковки, особенно для крупных изделий, не всегда считается допустимым, а скорее вредным. Для выявления наружных мелких дефектов стальные поковки часто подвергают травлению в серной ( $t^{\circ}=50^{\circ}$ ) или соляной ( $t^{\circ}=10-15^{\circ}$ ) к-тах. Следует иметь в виду, что после травления металл обладает хрупкостью; для ее устранения необходимо травленные поковки отжигать при  $t^{\circ}$  выше  $700^{\circ}$ .

Экономические условияковки. Выше указывалось, что правильно проведенная ковка дает наименьшие отходы. Считается, что свободная ковка из 100 кг заготовки (не считая отхода на усадочную раковину) дает 50—75 кг поковки, из к-рых в сборную (после механической обработки) поступает 25—30 кг. Штамповка дает 60—75 кг поковки, а после механической обработки 40—50 кг. Высадочные работы дают 75—87 кг поковки, а после механической обработки 50—70 кг. Большие расходы по переделу падают на энергию (пар, воздух, ремонт механизмов) и на штампы—при штамповке и высадке.

В современной кузнице применяется паровая или электрич. энергия. Пар применяется для паровых молотов и паро-гидравлич. прессов; хотя паровые молоты начинают вытесняться воздушными, но все же паровой молот до сего времени господствует в кузницах (кузница Форда имеет почти

100 паровых молотов и только 2—3 непаровых). Крупные ковочные молоты—свыше 3 т—все паровые. Расход пара на единицу поковки может колебаться в очень широких пределах и в значительной степени зависит от состояния молота. В америк. условиях считается, что молоты находятся в хорошем состоянии, если расходуют следующее количество пара:

Вес молота в кг	Расход пара в кг/ч	Вес молота в кг	Расход пара в кг/ч
450	900	1 575	1 180
675	900	2 700	1 600
900	955	5 400	4 500
1 125	1 000		

При неправильной установке золотника и поршневых колец, плохой набивке сальника штока (гранбуksа) расход пара м. б. вдвое и даже втрое больше. Проверку расхода пара лучше всего делать при помощи конденсаторов, а не счетчиками пара. Набивку сальника англ. производственники рекомендуют производить миканитом. Из табл. можно заключить, что, чем меньше вес молота, тем больше пара он расходует на единицу падающего веса. Поэтому при установке молотов малого веса (до 1 т) предпочитают воздушные молоты с индивидуальным приводом, но не пневматические (т. е. от центральной компрессорной установки). Массей произвел испытания трех типов молотов, в 500 кг падающего веса каждый, при условиях: 1) работа легкими и тяжелыми ударами 15 мин. в течение часа с необходимыми остановками для проверки бойков и поковки; 2) принятые цены: уголь—10 р. за т; электрич. энергия—4 коп. за 1 kWh. Расходы выразились: а) для воздушного молота (4,5 kWh)—18 коп. за ч. работы, б) для парового (пара 30 кг)—25 коп. за ч., в) для молота от компрессора (1,75 м<sup>3</sup>/мин; 8,25 kWh)—33 коп. за ч.; из этого видно, что применение воздушного молота оказалось наиболее выгодным. Из работ Хердегена по сравнению установки и работы парового молота в 675 кг и падающего молота в 725 кг с доской получены на 16 кг «годного» такие результаты (в коп.):

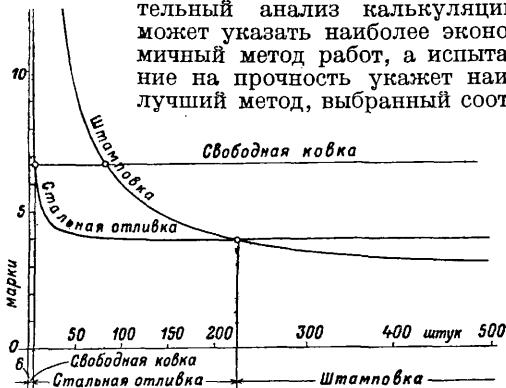
	Паровой молот	Падающий молот
Расходы, связанные с весом поковки	155	40
Расходы, связанные с нагревом	30	30
» на зараб. плату . . . . .	10	10
Энергия . . . . .	75	10
Ремонт механизмов . . . . .	35	15
Общезаводские расходы . . . . .	40	30
Штампы . . . . .	75	50
Всего . . . . .	420	185

Бретт считает, что на единицу падающего веса (в падающих молотах) расходует 18—30% пара; америк. исследователи считают до 60%. Так. обр. выбор энергии и механизма имеет решающее влияние на стоимость производства. Большое влияние на цену продукции оказывает стоимость штампов. Ниже в таблице приведены данные (Германия) о статьях расхода при изготовлении одного и того же изделия различными способами. На основании этой таблицы составлена диаграмма (фиг. 9) соотношения между количеством изделий и способами обработки. Из диаграммы видно, что при изготовлении до

Соотношение статей расхода (в коп.) по изготовлению изделия различными способами.

Статьи расхода	Штамповка	Свободнаяковка	Стальнаяотливка
Материал для 1 шт. . . . .	14,5	16,0	18,5
Штампы (модель)	17 500	—	800,0
Зараб. плата за 1 шт. . . . .	56,5	225,0	84,5
Механич. обработка 1 шт. . . . .	47	94,0	89,5

6 шт. выгоднее свободнаяковка; свыше 6, но ниже 224 шт.—выгоднее стальное литье; при изготовлении более 224 шт.—штамповка. Высадка была бы выгоднее при изготовлении свыше 500 шт. В общем только тщательный анализ калькуляции может указать наиболее экономичный метод работ, а испытание на прочность укажет наилучший метод, выбранный соот-

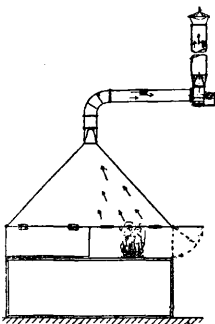


Фиг. 9.

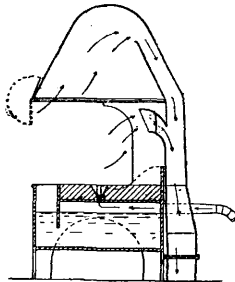
ветственно конструктивным данным. Сравнивая эти выводы, можно целесообразно выбрать технологический процесс—отливку, ковку, штамповку или высадку. **И. Грачев.**

**Вентиляция кузниц.** Вентиляция в кузницах, обслуживаемых кузнечными горнами, должна бороться с загрязнением воздуха пылью и главным образом продуктами горения (см. *Вентиляция, Заводская вентиляция*).

Вентиляция кузницы д. б. приточно-вытяжной, причем вытяжка, от которой почти целиком зависит эффект вентиляции, д. б. сделана в виде местных отсосов от горнов,



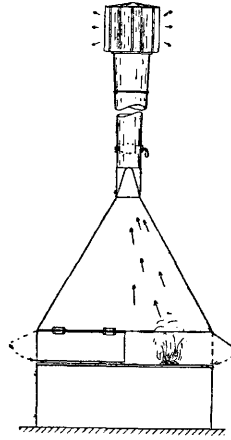
Фиг. 10.



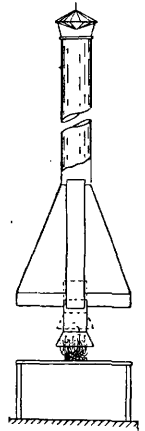
Фиг. 11.

а приток м. б. разветвленный или сосредоточенный в одном или нескольких местах. Объем продуктов горения (отнесенный к 0°) на 1 кг сжигаемого в горне угля в среднем

18 м<sup>3</sup>, или 18 · 1,293 = 23,28 кг. Принимая теплотворную способность угля в 7 000 Cal, среднюю t° смеси газов и воздуха при пол-



Фиг. 12.



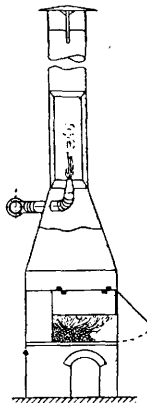
Фиг. 13.

ном дымоудалении в 90°, t° воздуха внутри кузницы в 10° и считая, что 5% тепла угля идет на нагревание изделий и самого горна, 20—25% теряется вследствие неполноты сгорания и лучеиспускания, а 75—70% уносится газами в трубу, получим следующие выражения количества смеси дымовых газов и воздуха, проходящих через трубу:

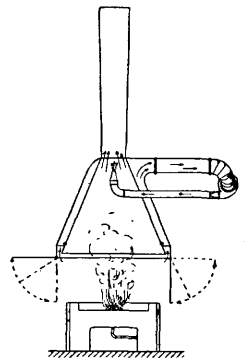
$$Q = \frac{0,75 \cdot 7000}{0,24 \cdot (90 - 10)} = 273 \text{ кг, или } \frac{273}{0,973} = 281 \text{ м}^3.$$

При среднем расходе воздуха дутья в 10 кг из помещения кузницы через зонт удаляется 273 - 10 = 263 кг (на 1 кг сжигаемого угля),

$$\text{или } \frac{263}{1,248} = 210 \text{ м}^3 \text{ воздуха при } t^\circ = +10^\circ.$$



Фиг. 14.



Фиг. 15.

Для обеспечения полного дымоудаления это количество является минимальной нормой при расчете среднего объема вытяжки через открытый зонт обычной конструкции. Так как режим горения горна очень непостоянен во времени, вследствие чего t° удаляемой смеси колеблется от ~30 до 160°, а объем удаляемой смеси от ~190 до 350 м<sup>3</sup> в час (на 1 кг среднего часового расхода угля), то вытяжное устройство должно обладать свойством менять свою мощность соот-

ветственно условиям работы горна. При наличии в кузнице нескольких горнов (огней) моменты максимального действия всех горнов обычно не совпадают по времени, и объем притока следует рассчитывать по среднему объему удаляемого из кузницы воздуха, указанному выше.

По конструкции вытяжная вентиляция от кузнечных горнов м. б. разделена на следующие основные группы:

- А. Искусственная тяга { Побуждение тяги вентилятором
- Б. Естественная тяга { Тепловое побуждение тяги
- В. Смешанная тяга {
  - 1. Тепловое побуждение с применением эжекции
  - 2. Вытяжка вентилятором и эжекция вдуванием того же воздуха тем же вентилятором в вертикальную трубу (фиг. 15).

все время работы горнов. 4) Введение в нижний конец прямой трубы воздуха в объеме 17—28% от удаляемого из-под зонта с большой скоростью (40—55 м/сек) обеспечивает дымоудаление при полном отсутствии теплового побуждения. 5) Эжекционное побуждение может производиться только во время разжига горнов. 6) Эжекционная система значительно компактнее вытяжной системы как в отношении вентилятора, так

Приводимая ниже сводная таблица объемов и  $t^\circ$  воздуха и газов в горнах дает представление об удельном значении в эффекте вытяжки отдельных деталей вытяжных систем перечисленных выше типов.

и труб, что уменьшает первоначальные затраты на оборудование эжекционной системы на 35—40% по сравнению с вытяжной. 7) При эжекционной системе вентилятор и воздухопроводы менее подвержены разъеданию,

Сводная таблица объемов и  $t^\circ$  отсасываемых воздуха и газов в горнах на 1 кг угля, сжигаемого в час.

1. Механич. вытяжка вентилятором через верхнюю часть зонта

Общий объем		} $t^\circ$ наруж. - 5° Дымовые газы в значительной доле не удаляются и заполняют помещение кузницы
$t_1^\circ = 36^\circ$	$v_1 = 140,5 \text{ м}^3/\text{ч} - 100\%$	
$t_4^\circ = 32^\circ$	$v_4 = 16 \text{ м}^3/\text{ч} - 11,4\%$	

2. Механич. вытяжка вентилятором вниз

Общий объем		Верхний отсос	Нижний отсос	} Дым иногда выбивается из-под зонта
$t_2^\circ = 17^\circ$	$v_2 = 235,0 \text{ м}^3/\text{ч} - 110\%$	145,0 м <sup>3</sup> /ч—62%	90 м <sup>3</sup> /ч—38%	
$t_2^\circ = 17,5^\circ$	$v_2 = 217,0 \text{ м}^3/\text{ч} - 102\%$	110 м <sup>3</sup> /ч—51%	107 м <sup>3</sup> /ч—49%	
$t_1^\circ = 78^\circ$	$v_1 = 214,0 \text{ м}^3/\text{ч} - 100\%$	79,6 м <sup>3</sup> /ч—37%	134,4 м <sup>3</sup> /ч—63%	

3. Вытяжка с побуждением эжекцией воздуха

Общий объем		Эжекция	Отсос из-под зонта	} Полное дымоудаление; $t^\circ$ наруж. + 19°
$t_1^\circ = 86,3^\circ$	$v_1 = 451,0 \text{ м}^3/\text{ч} - 100\%$	65,0 м <sup>3</sup> /ч—14,1%	396 м <sup>3</sup> /ч—85,9%	
$t_4^\circ = 85,0^\circ$	$v_4 = 277 \text{ м}^3/\text{ч} - 70\% *$	0 м <sup>3</sup> /ч—0%	277 м <sup>3</sup> /ч—100%	

4. Тепловое побуждение низко опущенной трубой

Общий объем		Через опущенную трубу	Через зонт	} Полное дымоудаление. Нижнее отверстие было не над огнем, а сбоку огня (сист. Мирец-Имшенецкого; $t^\circ$ наруж. - 2°
$t_1^\circ = 87,5^\circ$	$v_1 = 315 \text{ м}^3/\text{ч} - 100\%$	226 м <sup>3</sup> /ч—72%	89 м <sup>3</sup> /ч—28%	
$t_2^\circ = 10,2^\circ$	$v_2 = 153 \text{ м}^3/\text{ч} - 49\%$	113 м <sup>3</sup> /ч—74%	40 м <sup>3</sup> /ч—26%	
$t_3^\circ = 10,2^\circ$	$v_3 = 127 \text{ м}^3/\text{ч} - 40\%$	106 м <sup>3</sup> /ч—84%	21 м <sup>3</sup> /ч—16%	

5. Побуждение вытяжки использованием энергии ветра с помощью дефлектора Chapard-Étoile

Общий объем		За счет энергии ветра	За счет теплового побуждения	} $t^\circ$ наруж. + 13°. Полное дымоудаление; $W_{\text{ветра}} = 3,0 \div 3,25 \text{ м/сек}$
$t_1^\circ = 93,6^\circ$	$v_1 = 325 \text{ м}^3/\text{ч} - 100\%$	104 м <sup>3</sup> /ч—32%	221 м <sup>3</sup> /ч—68%	
$t_2^\circ = 17,5^\circ$	$v_2 = 123 \text{ м}^3/\text{ч} - 38\%$	108,2 м <sup>3</sup> /ч—88%	14,8 м <sup>3</sup> /ч—12%	
$t_3^\circ = 16,2^\circ$	$v_3 = 97 \text{ м}^3/\text{ч} - 30\%$	87,3 м <sup>3</sup> /ч—90%	9,7 м <sup>3</sup> /ч—10%	

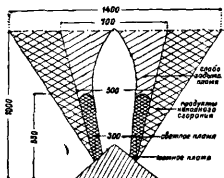
Индексы 1—4 обозначают: 1—горн горячий, дутье среднее, огонь средней силы; 2—горн холодный, дутье сильное; 3—горн холодный, дутье закрыто; 4—горн горячий, дутье среднее, механическое побуждение выключено.

Из данных сводной таблицы и практики вентиляции кузниц можно сделать следующие выводы. 1) Воздуховоды и вентилятор представляют значительное сопротивление для прохода газов, и при бездействии вентилятора доля теплового побуждения в системе с вытяжкой вентилятором составляет лишь ~ 11% всей вытяжки. 2) Расчет количества отсасываемого воздуха при применении вытяжки вентилятором должен быть сделан по наибольшему количеству угля, сжигаемому за единицу времени (а не по среднему). 3) Работа вентилятора д. б. непрерывной во

т. к. по ним проходит чистый воздух, а не продукты горения. 8) В небольших кузницах воздушную эжекцию целесообразно делать от дутьевого вентилятора, ставя на каждое ответвление к эжекционному соплу воздушный кран для регулирования и включения эжекции. 9) Расход энергии на приведение в действие эжекционного вентилятора, несмотря на низкий КПД системы ( $\eta = 10 \div 12\%$ ), несколько меньше, чем расход при вытяжной системе. 10) Расход энергии при эжекции воздуха пароструйным аппаратом значительно больше, чем при воздушоструйном. 11) Приближение вытяж-

\* % отнесены к отсосу из-под зонта.

ной трубы к месту горения угля повышает  $t^\circ$  продуктов горения в трубе до 270—300° и создает достаточные скорости для полного дымоудаления. 12) При устройстве опущенной книзу вытяжной трубы нормы отсоса смеси газов и воздуха для полного дымоудаления уменьшаются. 13) Дефлектор Chanard-Étoile при скоростях ветра в пределах 2÷4 м/сек обеспечивает полное дымоудаление в момент разжига. 14) Конструкция зонта должна способствовать полному захвату и беспрепятственному удалению дымовых газов. Для этого, согласно фиг. 16,



Фиг. 16.

относ края зонта от дутьевого сопла д. б. приблизительно равен расстоянию края зонта от верха горна. Переход зонта в вытяжную трубу д. б. плавным, с углом наклона стенок зонта в 60° к горизонту. Число открытых сторон (между зонтом и горном) д. б. только необходимое для производства. У открытых сторон следует делать фартуки и опускать их в моменты разжига и подкладывания угля. 15) Устройство вытяжки от горнов вентилятором как с верхним отсосом, так особенно с нижним отсосом нецелесообразно, т. к. такое устройство требует больших затрат на оборудование, не может менять мощности вытяжки в зависимости от момента работы горна, требует большего объема отсоса, чем среднее количество поднимающихся газов и воздуха, и вызывает излишний расход мощности на передвижение смеси газов и воздуха. 16) Побуждение вытяжки эжекцией воздуха более целесообразно, так как позволяет пользоваться механическим побуждением только в моменты, когда недостаточно теплового побуждения; более компактно и дешево по первоначальному оборудованию; требует несколько меньшей мощности и дешевле в эксплуатации. 17) Естественная тяга при правильном устройстве вытяжной трубы, при использовании тепловой энергии и применении дефлектора Chanard-Étoile обеспечивает полное дымоудаление. **В. Кучерук.**

*Лит.:* Прегер Э., *Обработка металлов*, ч. 2, Ковна, сварка и термическая обработка, пер. с нем., М., 1928; Бартельс Н., *Кузнечное дело*, Ленинград, 1926; Грачев К., *Ковочное производство*, Москва—Ленинград, 1930 (печат.); Гавриленко А. П., *Механическая технология металлов*, ч. 3, М., 1926; Швейсгuth П., *Кузнечное дело* (ручная ковка), пер. с нем., ч. 1—2, Л., 1927—28; его же, *Штамповальная кузница*, М., 1927; Покрандт В., *Горячая штамповка и изготовление штампов*, перевод с нем., М.—Л., 1927; G r a i g n e N. a. T h o m p s o n C., «Iron Age», N. Y., 1924; «Forging, Stamping, Heat Treating» (с 1928—«Heat Treating a. Forging»), Pittsburg; P o c k r a n d t W., *Schmieden im Gesenk und Herstellung d. Schmiedegesenke*, 2 Aufl., Lpz., 1920; S c h w e i s s g u t h P., *Schmieden u. Pressen*, Berlin, 1923; S c h w e i s s g u t h P., *Freiformschmiede, Werkstattbücher*, hrsg. v. E. Simon, H. 11, 12, В., 1922—23; S c h w e i s s g u t h P., *Gesenkeschmiede*, ibid., H. 31, В., 1926; L i t z L., *Spanlose Formung, Schriften d. Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure*, В. 4, В., 1926; M e y e r H. u. R i n o M., *Das Schmieden*, Lpz., 1926; S c h w e i s s g u t h P., *Amerikanische Schmieden*, «Maschinenbau», 1925, H. 21; 1926, H. 11; 1926, Sonderheft 3, 19.

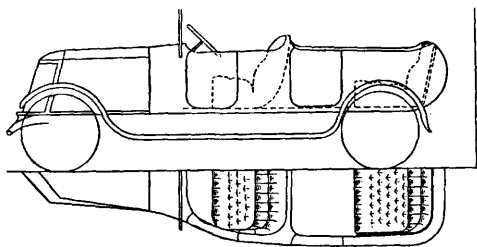
**КУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫЙ**, одна из основных частей автомобиля, предназначенная для вмещения грузов или пассажиров.

**Классификация К. а.** По своему назначению К. а. подразделяются: на 1) грузовые, 2) пассажирские и 3) специальн. назначения.

Табл. 1.—Классификация кузовов.

Тип кузова	№ фиг. или вкладн. листа	
<b>1. Грузовые</b>		
Платформа с гладким бортом Платформа с вянзанным бортом Платформа с решетч. бортом	} с открытой или заанкрытой кабиной	Вкладн. лист, 1
		» » 2
		» » 3
<b>2. Пассажирские</b>		
а) Легковые:		
Торпедо Лимузин Ландоле	Фиг. 1 Фиг. 2 а и 2 б	
б) Автобусы:		
Платформа с сиденьями и тентом Закрытый автобус Открытый автобус Двухэтажный автобус Двухэтажный автобус с закрытым империалом	Вкладн. лист, 5	
<b>3. Специального назначения</b>		
а) Грузовые:		
Закрытые для перевозки продовольствия Почтовые для развозки посылок Опрокидывающиеся Для перевозки животных Цистерна Прочие	Вкладн. лист, 6 » » 7 » » 8	
б) Пассажирские:		
Санитарные Тюремные фургоны Пожарные Прочие	Вкладн. лист, 4	

**Проектирование К. а.** Основными данными для проектирования всякого автокузова являются: 1) грузоподъемность автомобиля;

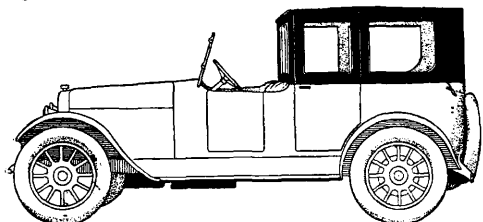


Фиг. 1.

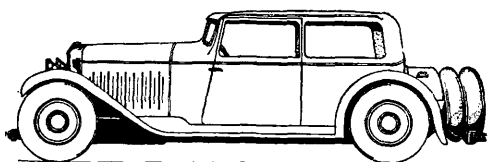
2) величина базы [расстояние А (фиг. 3) между осями колес и длина капота F]; 3) расстояние В и Е, характеризующие положение рулевого колеса относительно рамы и переднего щитка; 4) расположение педалей D; 5) расстояние С от земли до верхнего основания рамы при полной нагрузке машины; 6) назначение кузова.

Требования, к-рым должна удовлетворять конструкция современного К. а.: 1) жесткость конструкции; 2) устойчивость кузова; 3) наименьший вес кузова при наибольшей прочности его; 4) максимум полезной пло-

шад; 5) наивыгоднейшая в смысле обтекаемости форма кузова; 6) соблюдение требований эстетики; 7) комфортабельность; 8) простота изготовления и дешевизна. Жесткость К. а. достигается, помимо тщательной вязки каркаса на клею, оковкой в узлах, облицовкой листовым железом или алюминием пассажирских кузовов и шоферских кабин. Непременным условием устойчивости К. а. является возможно низкое расположение ц. т. его, что достигается наиболее полным сосредоточением масс кузова в нижней его

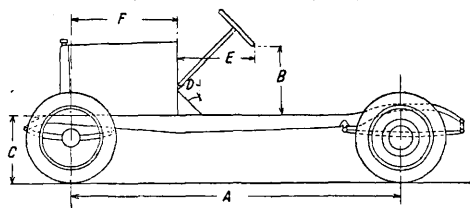


Фиг. 2а.



Фиг. 2б.

части и выбором правильного соотношения между высотой и шириной кузова, которое согласно опыту берется равным 1,2—1,1. Наименьший вес при наибольшей прочности достигается правильным выбором пород лесного материала, отказом от излишней оковки и установлением наивыгоднейших размеров деталей кузова. Получение максимума полезной площади в К. а. имеет особенное значение в автобусах как один из факторов экономичности эксплуатации всей машины. Здесь д. б. обращено особое внимание на выбор наивыгоднейшей длины кузова и наиболее рациональное распланирование сидений. На фиг. 4 изображен план автобуса на 31 место на шасси Даймлер-Бенц. Ширина прохода в автобусе выполняется равной 370—400 мм. Расстояние между краем подушки и стенкой следующего сидения принимается в 220—250 мм. Площадь, занимаемая шоферской кабиной, равна 1,1—1,3 м<sup>2</sup>. Общая полезная площадь автобусного кузова нормально составляет от 40 до 45% общей площади, не считая площади, занимаемой

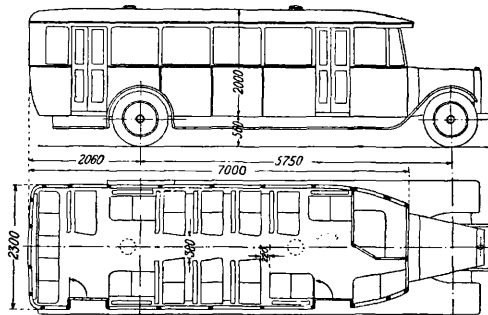


Фиг. 3.

шоферской кабиной. Под полезной площадью разумеется сумма площадей в плане, занимаемых пассажирскими сиденьями и спинками их. В среднем на каждого сидящего

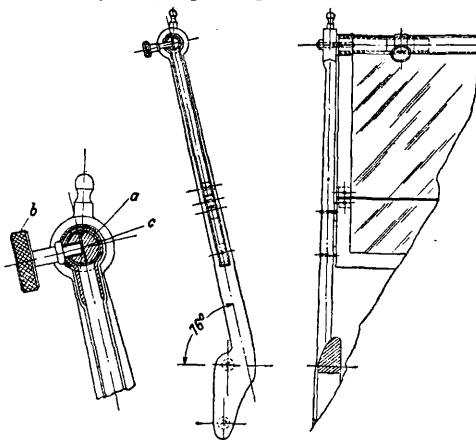
пассажира должно приходиться  $\leq 0,5$  м<sup>2</sup>. Соблюдение требований эстетики зависит от желания заказчика и субъективного вкуса конструктора.

**Основные детали К. а. Ветровые рамы** служат для защиты шофера от ветра, дож-



Фиг. 4.

дя и пыли. Они подразделяются на обыкновенные, двойные и рамы с боковинами (для защиты от бокового ветра и косого дождя). Главные требования, предъявляемые к рамам: 1) прочность крепления кронштейнов рамы к кузову; 2) устойчивость стекла в окладке во избежание дребезжания и поломки его; 3) устойчивость всей ветровой рамы при любом ее положении. На фиг. 5 изображен тип обыкновенной рамы. Стекло устанавливается в окладках, в к-рые вкладывается резина или сукно, предохраняющие стекло от

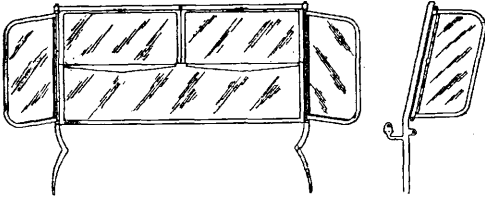


Фиг. 5.

дребезжания и от поломки. Крепление рамы к кузову осуществляется при помощи железных стоек. В окладку пропущено с обоих концов по отрезку газовой трубки *a*, закрепленных неподвижно на стойках. Закрепление окладки в желаемом положении достигается винтом *b*, распирающим стопор *c*. Оси закрепляются неподвижно в стойках ветровой рамы.

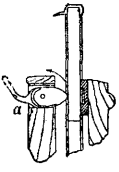
Изображенная на фиг. 6 двойная рама с боковинами по конструкции крепления окладки сходна с предыдущей. Помимо указанных конструкций ветровых рам существует много вариантов. В последнее время на дорогих машинах устанавливают ветровые рамы не только перед сиденьями для шофера, но и перед пассажирскими сиденьями.

Окна К. а. состоят из рамы, стекла, помещающегося в железной или латунной окладке, выложенной изнутри резиной или

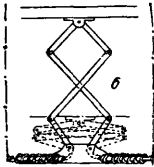


Фиг. 6.

сукном и могущей двигаться в фальцах столбов, или же само стекло может ходить в фальцах, выложенных сукном. Оконные стекла, так же как и в ветровых рамах, должны сохранять полную устойчивость в любом положении, а потому к конструкции опускных приборов предъявляются строгие требования. Подъем стекла производится вручную; стекло поддерживается в определенном положении специальными прижимами. На фиг. 7 показана конструкция для опускания и подъема стекла от руки и закрепления его при помощи эксцентрика *a*, на фиг. 8—для автоматического подъема стекла при помощи пружины и шарнирного механизма *б*.



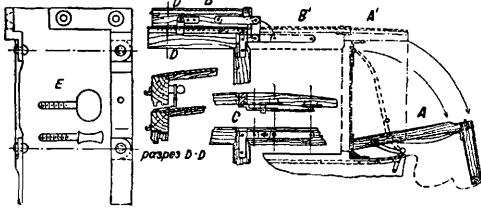
Фиг. 7.



Фиг. 8.

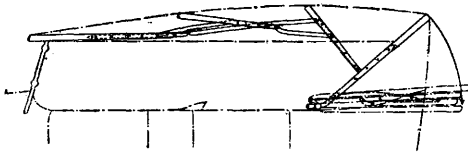
экцентрика *a*, на фиг. 8—для автоматического подъема стекла при помощи пружины и шарнирного механизма *б*.

Верх. Для защиты пассажиров и грузов от дождя кузов снабжают верхом (тентом).



Фиг. 9.

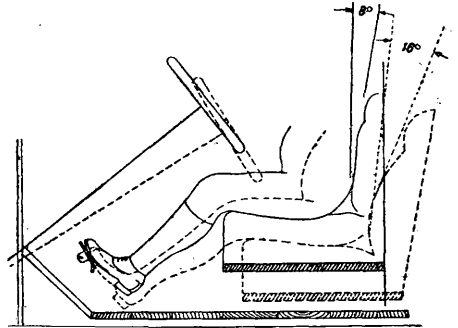
Различают жесткий и мягкий тенты. Жесткий тент бывает двух видов: 1) постоянный (на лимузинах, закрытых автобусах и грузовых кабинах) и 2) откидной. Откидной верх изображен на фиг. 9. Шоферское сиденье кузова открыто с боков и закрыто сверху. Купе делится на две части: задняя открывается, как ландо, а передняя (над окном) может открываться по желанию,



Фиг. 10.

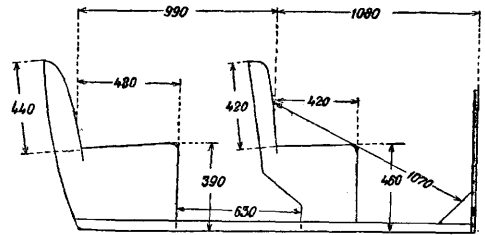
причем крыша откидывается вперед (*B*—открытое положение, *B'*—закрытое). *A* и *A'* показывают те же положения для задней части верха кузова. Обе части верха *A* и *B* делаются из дерева, обтягиваются и оклеиваются холстом, а сверх холста кожей. Часть верха

*B* на пути из закрытого положения в открытое направляется скобами (фиг. 9, *C*), прикрепленными к брускам верха. На фиг. 9, *E* изображена эта деталь верха. Разрез *DD* показывает закрепление откидывающейся части с неподвижной частью верха. Мягкий тент бывает съемный (брезент, натянутый на железных съемных дугах, установленных на бортах платформы) и складывающийся—т. н. американский верх. На фиг. 10 изображен обыкновенный верх, присоединенный спереди к стойкам ветровой рамы, а сзади к кузову (дуги верха в сложенном виде изображены пунктиром). Роль окон в таких верхах играют боковины из того же материала, что и верх, со вставленными окошечками из целлулоида или стекла в деревянной рамке.



Фиг. 11.

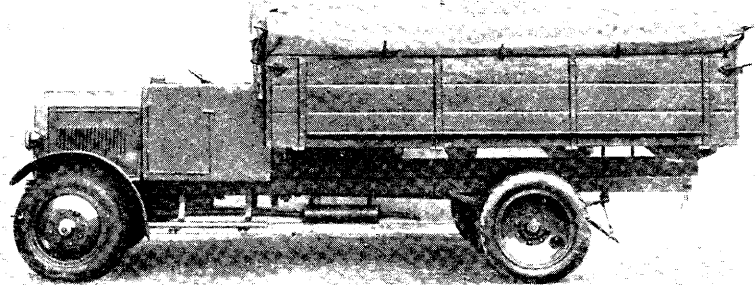
Сиденья подразделяются на шоферские и пассажирские. Различие между ними заключается в необходимости приспособить шоферское сиденье для легкого и удобного управления машиной. На фиг. 11 изображены два положения шоферского сиденья относительно расположения педалей и наклона руля. Опыт показал, что сиденья, выполненные по указанной схеме, являются наиболее удобными для управления автомобилем. Угол между спинкой сиденья и спиной



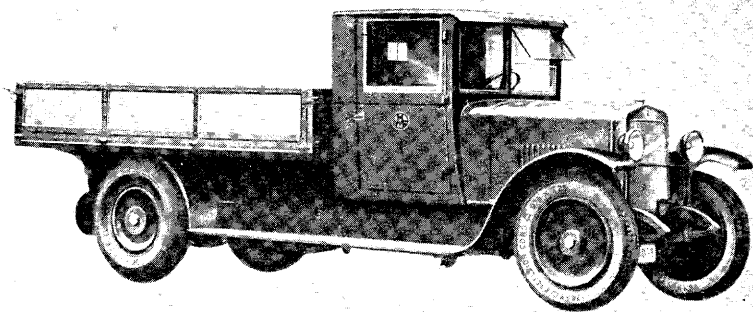
Фиг. 12.

шофера может колебаться от 8 до 16° (меньший угол для высокого сиденья, больший—для низкого).

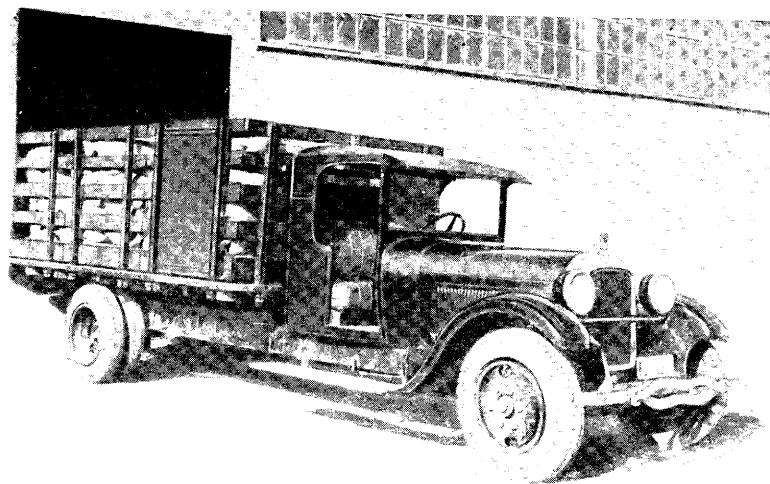
На фиг. 12 и 13 в качестве примеров даны основные размеры шоферских и пассажирских сидений и расположение их в кузове (4—5 мест). На фиг. 14 дано то же, но с промежуточными откидными сиденьями для семиместных кузовов. На фиг. 15 изображена конструкция откидного сиденья, а на фиг. 16—откидное сиденье кузова торпедо для 3—4 чел., причем характерной особенностью этого сиденья является спинка, сопрягающаяся с общей формой кузова. Положе-



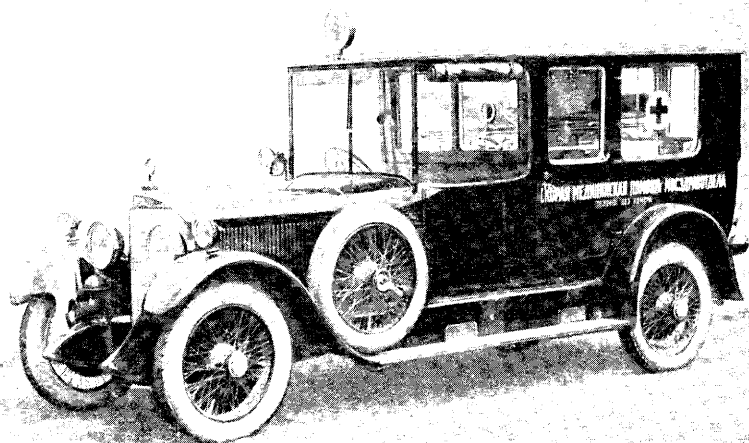
1. Платформа с гладким бортом.



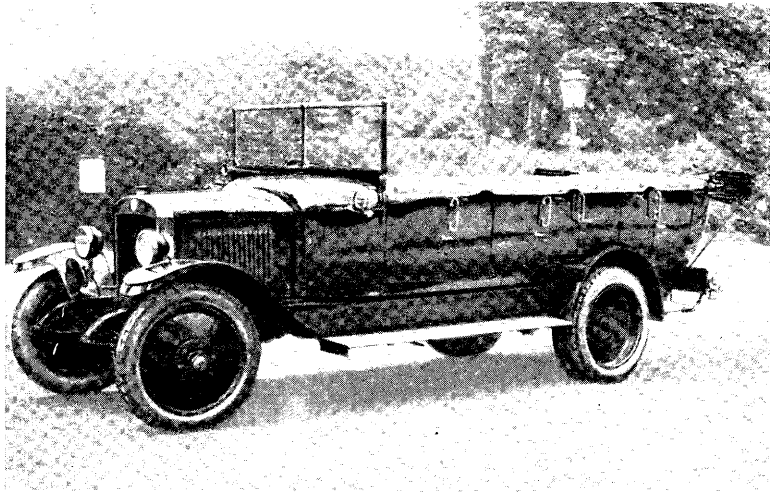
2. Платформа с вязаным бортом.



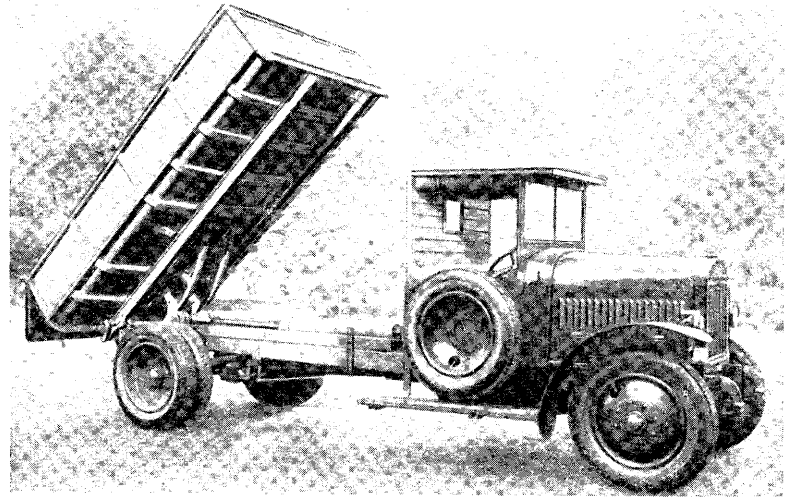
3. Платформа с решетчатым бортом.



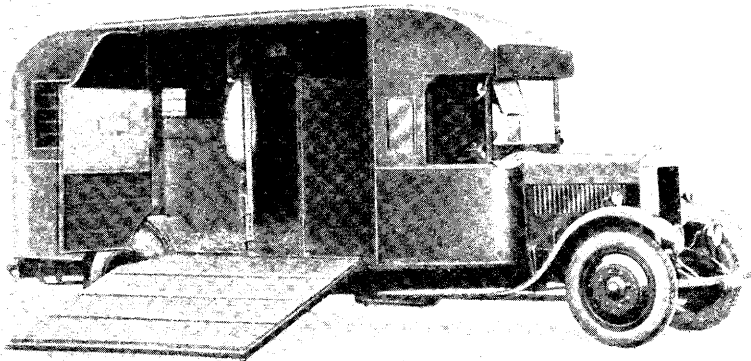
4. Санитарный.



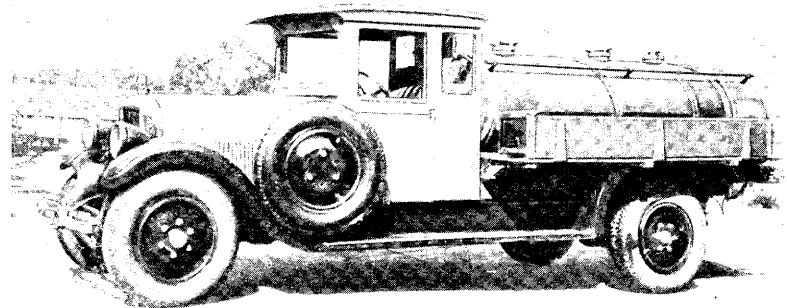
5. Открытый автобус.



6. Спрокидывающаяся платформа.



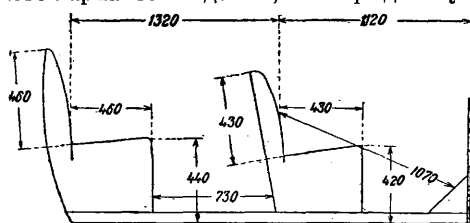
7. Автомобиль для перевозки животных.



8. Цистерна.



ния сиденья и спинки видны из чертежа. Помимо указанных конструкций существует много вариантов сидений, гл. обр. для кузовов специального назначения—санитарных, тюремных и пр.

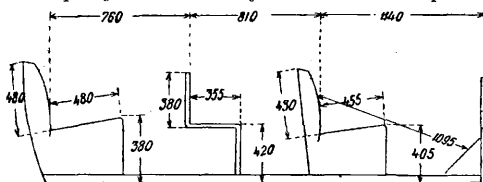


Фиг. 13.

вов специального назначения—санитарных, тюремных и пр.

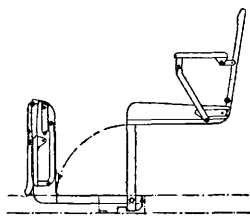
**Производство К. а.** Изготовление К. а. подразделяется на следующего рода операции. **А. Подготовительные работы:** 1) подготовка лесного материала; 2) изготовление оковки; 3) подготовка листового железа для облицовки; 4) изготовление ветровой рамы, каркаса верха и пр. и 5) изготовление подушек сидений, покрытий верха. **Б. Сборка кузова:** 1) сборка каркаса и его оковка; 2) облицовка; 3) навеска дверей, постановка арматуры. **В. Внешняя и внутренняя отделки:** 1) шпаклевка, грунтовка, окраска и лакировка; 2) постановка раскладок и пр. **Г. Оборудование кузова:** 1) установка сидений; 2) установка вентиляции (в автобусных кузовах), остекление, установка освещения и пр.

Подготовка лесного материала заключается в просушке его в сушильных камерах до



Фиг. 14.

влажности 8—10% (в тех производствах, где материал не доставляется в сухом виде), разрезке его и предварительной строжке с припуском на дальнейшую обработку. Оборудование заготовительной мастерской состоит из следующих основных станков: маятниковые пилы, дисковые пилы, фуговочный, а также четырехсторонний строгальный станки.



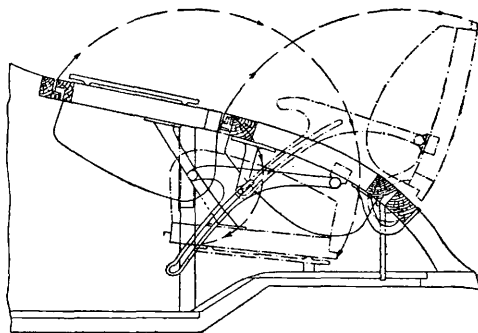
Фиг. 15.

изготовления деталей с поверхностями разной кривизны.

Оковка К. а. представляет собой разных фасонов угольники из полосового железа, которыми укрепляются узловые соединения

каркаса кузова. Большинство частей оковки изготовляется путем холодной штамповки под эксцентриковыми прессами мощностью в 30—75 т с последующей сверловкой и раззенковкой отверстий для шурупов или болтов.

Подготовка листового железа для облицовки кузова состоит в раскройке железа, сварке некоторых его листов в стык (во избежание получения большого числа швов при облицовке каркаса кузова), в правке заготовленных листов и в подготовке отверстий для обивки. Раскройка железа производится гильотинными ножницами. Сварка производится электросварочными аппаратами; для этого между краями листов прокладывают проволоку толщиной до 1 мм и устанавливают шов листов между электродами аппарата. Правка листов железа имеет целью



Фиг. 16.

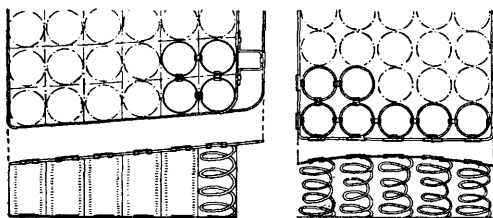
более плотное и равномерное прилегание железа к кривым формам каркаса кузова. Правка производится вручную при помощи молотка на стальных плитах толщиной от 100 до 150 мм, которые укладывают в ящики, наполненные песком. Рабочая поверхность плиты должна быть совершенно гладкой и строго горизонтальной. Кроме того правка листового железа производится механически: железо пропускают через вальцовочный станок (станок с 7—9 вальцами). Конечная стадия подготовки листового железа состоит в пробивке отверстий для гвоздей или шурупов на дыропробивных прессах небольшой мощности.

Изготовление ветровой рамы начинается с производства окладок. Окладки имеют в сечении коробчатую форму; изготовляют их из полос листового железа толщиной от 1 до 1½ мм, нарезанных на гильотин. ножницах. Форма сечения достигается при помощи штамповки, загибки на станках (кантовка) или же путем протягивания через волоочильный станок. Последний способ является наиболее экономичным. Дальнейшее изготовление состоит в придании окладке формы рамы, а также в заготовке остальных деталей (например литые и пр.).

Изготовление звеньев каркаса верха, а также сборка его производится в слесарной мастерской. Покрытия верха (кожа, брезент) раскраиваются и сшиваются в обойном цехе кузовного завода. Там же изготовляются подушки и спинки сидений.

Обойный цех состоит из трех основных отделений: 1) раскройного, 2) сшивочного и

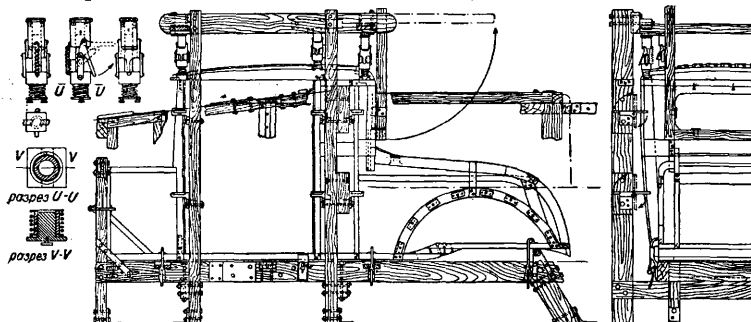
3) сборочного. В первом происходит раскрой материала по шаблонам, во втором—изготовление обойки покрытий подушек, спиннок, американского верха и пр. В сборочном отделении производится сборка каркасов поду-



Фиг. 17.

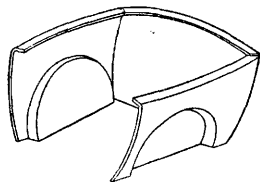
шек и спиннок, а также набивка их морской травой и конским волосом. На фиг. 17 изображены различные каркасы подушек и спиннок К. а.

Сборка каркаса К. а. распадается на следующие стадии: 1) сборку основания и бортов, 2) сборку крыши, 3) сборку дверей и пр., 4) общую сборку каркаса. Сборка каркаса К. а. производится в специальных кондукто-



Фиг. 18.

рах. На фиг. 18 показан кондуктор для общей сборки каркаса легкового кузова. На указанных приспособлениях производится также и оковка кузова. Дальнейшей стадией сборки К. а. является внешняя облицовка его железом, состоящая в тщательной пригонке ее по формам кузова и закреплении шурупами или гвоздями. На крупных современных 3-дах части облицовки подаются



Фиг. 19.

для сборки в отштампованном по форме кузова виде, как это показано на фиг. 19. Для предохранения К. а. от атмосферных влияний его окрашивают. Обычно К. а. покрывают краской и лаком не менее трех раз. Перед окраской К. а. шпаклюют для сглаживания выбоин и неровностей, которые обычно получаются после облицовки каркаса. Ручной способ окраски при помощи кисти применяется только на кустарных и полукустарных кузовных заводах. На современных крупных кузовных заводах наиболее распространен механич. способ окраски специальными приборами-распылителями, которые распыливают краску воздухом, сжатым

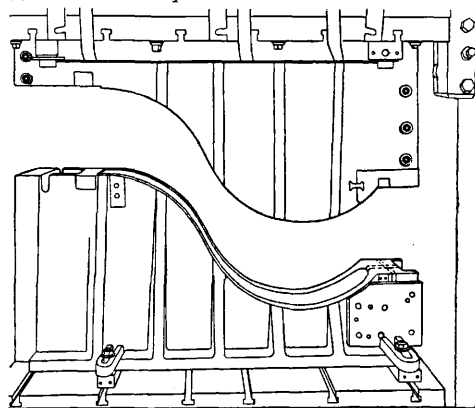
до 4—5 atm (см. Бочка). Механич. способ ускоряет процесс окраски по сравнению с ручным способом примерно в 10 раз; окрашенная поверхность получается более чистой и от рабочего не требуется высокой квалификации.

Для того чтобы предохранить К. а. от грязи во время движения автомобиля, над колесами его устанавливаются крылья. Передние крылья крепятся своими боковыми щитами к раме шасси, а задними концами—к подножкам. Задние же крылья устанавливаются в надколесных выемках кузова и крепятся в них, причем передними кромками крылья крепятся к подножке. Часто передние крылья служат местом для крепления кронштейнов фар. Передние крылья состоят из двух основных частей: плата крыла и бокового щита. Обе части свариваются внакладку электросваркой или ацетиленовой горелкой. Крылья д. б. установлены с таким расчетом, чтобы при полной нагрузке кузова нижние поверхности их не имели соприкосновения с покрывками колес во избежание трения покрывок о крыло. Крылья изготовляются из листового железа толщиной 0,75—2 мм (боковые щиты—из железа толщиной 0,75—1 мм) ручным или механич. способом.

Ручной способ в свою очередь подразделяется на холодный и с подогревом. Операции производства крыльев ручным способом, равно как и эскизы полуфабрикатов, оборудования и инструментов, указаны в табл. 2.

Механический способ изготовления автомобильного крыла также подразделяется на два метода: 1) метод прокатки и штамповки и 2) метод штамповки. Плат крыла составлен из трех частей, сваренных между собой встык: часть 1-я—выпуклая, 2-я—касательная и 3-я—вогнутая. Первая производственная операция—заготовка всего пла-



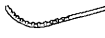


та крыла—выполняется на гильотинных и круглых ножницах; 2-я операция—отгибка бортов выпуклой части—производится на гибочной машине (кантовке); 3-я операция—получение выпуклой части крыла—состоит



Фиг. 20.

та крыла—выполняется на гильотинных и круглых ножницах; 2-я операция—отгибка бортов выпуклой части—производится на гибочной машине (кантовке); 3-я операция—получение выпуклой части крыла—состоит

Табл. 2. — Ручной способ изготовления крыльев.

№ операции	Наименование операции	Эскиз	Оборудование и инструмент
<b>I. Холодный способ</b>			
1	Выкрыть заготовку		Ручные гильотинные и круглые ножницы
2	Отогнуть борта		Гибочная машина (кантовка)
3	Отформовать крыло		При помощи крючка  или прокаткой 
4	Вывернуть поверхность бортов и зачистить заусенцы	Крыло готово	При помощи деревянного молотка на чугунной плите
<b>II. С подогревом</b>			
1	То же, что и при холодном способе		
2	Согнуть заготовку в дугу		Трехвальцовый станок 
3	Отформовать крыло	Крыло готово	 
	Операция состоит в следующем: согнутая заготовка кладется на чугунную болванку, имеющую форму крыла. Заготовка прижимается к болванке через посредство двух железных дуг с 4 струбчинками. Борты крыла подогреваются ацетиленовой горелкой и обиваются деревянным молотком. Т. о. заготовка крыла плотно облегает болванку и принимает форму крыла		

в пропускании крыла через вальцовочный станок с фасонными вальцами. После каждого пропуска зажим вальцов регулируется;

число пропусков зависит от толщины и качества материала крыла. 4-я и 5-я операции: касательная и вогнутая части крыла подвергаются штамповке под фрикционным прессом; 6-я операция: все три части плата крыла свариваются встык; 7-я операция: борты сваренного плата крыла предварительно сглаживаются на эксцентриквом приводном молотке; 8-я операция: окончательное сглаживание шва путем пропуска между двумя роликами; 9-я операция: обрезка краев с заусенцами круглыми ножницами; 10-я операция: завальцовка проволоки в бортах крыла на зик-машине для придания крылу жесткости.

Самым экономичным способом изготовления крыльев является второй метод — путем холодной штамповки. На фиг. 20 изображен штамп, установленный в мощный эксцентриквый пресс.

*Лит.*: Shepherd J., Motor-Body Building, L., 1923; Morio F., Automobile Pattern Drafting, N. Y., 1922; Mercer G., Motor-Body Engineering, Philadelphia, 1928; Kingston Forbes M. E., The Principles of Automobile-Body Design, Philadelphia, 1922; Butler H. J., Motor-Body Work, London, 1924. **Б. Шур.**

**КУКОЛЬ**, *Agrostemma githago*, сорное растение сем. гвоздичных, весьма часто растущее среди злаков. Семена К. обычно буровато-черного цвета, почти круглой формы (длина 4—5 мм, ширина 3 мм); на поверхности семени в простую лупу заметны характерные неровности. В семенах К. содержится ядовитое вещество — гитагин (из класса сапонинов), сконцентрированное в оболочках и зародыше. Для очистки зерна от семян К. на мельницах и элеваторах пропускают зерно через триеры (куколеотборники); при этом семена К. получаются в виде отхода (подсево) вместе с другими сорняками и битыми хлебными зернами. В среднем такого отхода собирается ок. 2% веса зерна; содержание семян К. бывает в нем весьма различно. Этот отход используется как кормовой продукт. Относительно ядовитости К. для скота мнения расходятся. По литературным данным, при скармливании отхода-подсева или даже К. в чистом виде свиньям особенно болезненных явлений у них не наблюдалось, гуси же погибали; имеется также указание, что поджаривание семян К. ослабляет их ядовитость. В целях утилизации семян К. имеется предположение размалывать их так, чтобы оболочку и зародыш отделять от ядра — в этом случае получаемая мука могла бы расцениваться как пищевой продукт. Средний химич. состав семян К.: 12,71% воды, 14,35% азотистых веществ, 5,32% жира, 57,73% безазотистых экстрактивных веществ, 6,18% клетчатки, 3,71% минеральных веществ (Кениг). В виду значительного содержания в семенах куколя крахмала в последнее время имеются предложения применять его как сырье для винокурения.

*Лит.*: Maurizio A., Die Nahrungsmittel aus Getreide, B. 1, Berlin, 1919. **В. Смирнов.**

**КУЛАН**, твердое тело, закономерно очерченная толкательная поверхность которого приводит в движение соприкасающееся с К. второе тело — стержень или рычаг. Следовательно кулак является частным случаем механизма передачи непосредственным

соприкосновением. Различают: 1) толкательный механизм, толкательная поверхность которого движется прямолинейно-поступательно; 2) кулачный механизм, толкательная поверхность которого вращается вокруг неподвижной оси, перпендикулярной к плоскости движения; 3) цилиндрический кулак, толкательная поверхность к-рого представляет линейчатую поверхность цилиндрич. кольца, вращающегося вокруг своей geometr. оси (пространственный кулачный механизм).

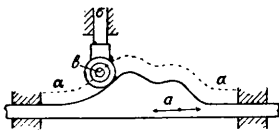
Толкательный механизм состоит (фиг. 1) из движущегося прямолинейно-поступательно толкателя *a* и толкаемого стержня *b*; последний может также двигаться прямолинейно-поступательно, но может и вращаться вокруг неподвижной оси или мгновенного центра. Для уменьшения трения, на оси *b* стержня надет цилиндрич. каток радиуса *r*; если в каждой точке толкательной поверхности восстановить нормаль и отложить *r*, то получим геометрическое место точек оси катка—кривую *aa*, которая вполне определяет перемещения стержня *b*. Пусть  $y = f(x)$  есть уравнение кривой *aa*, а  $x = \varphi(t)$ —закон движения толкателя; если в моменты  $t_1$  и  $t_2$  имеем  $x_1 = \varphi(t_1)$  и  $x_2 = \varphi(t_2)$ , то перемещение стержня за рассматриваемый промежуток времени  $y_2 - y_1 = f(x_2) - f(x_1)$ . Скорость движения стержня определяется как производная от  $y$  по  $t$ :

$$v = \frac{dy}{dt} = \frac{d f(x)}{dx} \cdot \frac{d \varphi(t)}{dt},$$

а при заданной скорости толкателя  $c = \frac{d \varphi(t)}{dt}$  она пропорциональна тангенсу угла наклона касательной к кривой *aa* к оси *OX*. Ускорение определяется как вторая производная по  $t$ , равная

$$j = \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{d^2 f(x)}{dx^2} \cdot c^2 + \frac{d f(x)}{dx} \cdot \frac{d^2 \varphi(t)}{dt^2}.$$

При конструировании толкательных механизмов задается закон перемещения стержня и величина перемещения стержня для определенных моментов; самый закон перемещения между заданными моментами предоставляется воле конструктора. Т. к. механизм фиг. 1 есть система с неполными связями (по инерции стержень может подско-  
чить выше, чем требуется) и замыкается она силою тяжести стержня или давлением закаленной пружины, то очень важно знать ускоре-



Фиг. 1.

ния; если в период замедления при подъеме или в период ускорения при опускании стержня абсолютная величина  $j$  менее  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$ , то теоретически возможно замыкание механизма силою тяжести стержня; практически необходимо считаться с силами трения стержня, иногда весьма трудно поддающимися расчету, как напр. трение в сальнике штока клапана. Поэтому надежнее замыкание пружиною, давление которой можно по желанию увеличивать или уменьшать. Если  $P \text{ кг}$ —давление пружины,  $m \text{ кг}$ —приведенная к стержню масса всех частей механизма стержня, а  $j_{max}$ —наибольшее замедление или ускорение в вышеука-

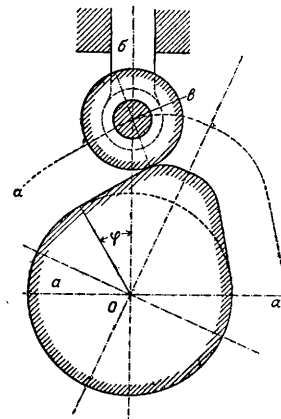
занные периоды, то  $P \geq m j_{max}$ . Важно придать такую форму толкательной поверхности, чтобы не требовалось большого  $P$ , для чего стараются сделать в указанные периоды  $j = \text{Const} = j_c$ , причем, например для периода замедления  $v = v_0 - j_c t$ ,  $y = y_0 + v_0 t - 0,5 j_c t^2$ . Для прямолинейного очертания с наклоном, равным  $\beta$ , скорость стержня  $v$  и ускорение  $j$  выразятся следующим образом:

$$v = c \text{ tg } \beta; j = \frac{dc}{dt} \cdot \text{tg } \beta,$$

где  $c$ —скорость толкателя. Для параболического очертания по закону  $y = \sqrt{2px}$  скорость и ускорение будут соответственно:

$$v = c \sqrt{\frac{p}{2x}}; j = \sqrt{\frac{p}{2x}} \cdot \frac{dc}{dt} - \frac{c^2}{2x} \sqrt{\frac{p}{2x}}.$$

Кулачный механизм. В этом случае толкатель—кулак—вращается вокруг неподвижной оси, причем различают случаи,



Фиг. 2.

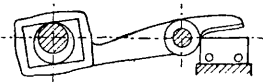
когда кулак вращается с постоянной угловой скоростью и когда К. качается по заданному закону, поворачиваясь то в одну то в другую сторону. Стержень может перемещаться прямолинейно-поступательно, или поворачиваться вокруг неподвижной оси, или же наконеч совершать плоское движение. Заменявши мысленно действительный толкательный профиль кривую линией *aa*

(фиг. 2), отстоящей от профиля на расстоянии радиуса катка  $r$ , сведем задачу к исследованию механизма с непосредственным соприкосновением заданной точки (геометрич. оси катка) с подвижной толкательной поверхностью *aa*. На фиг. 2 изображен механизм с К. *a*, угловая скорость которого постоянна, и со стержнем *b*, движущимся прямолинейно-поступательно по линии, проходящей через ось *O* вращения кулака. Обозначив расстояние  $O\sigma = \rho$  как функцию угла поворота  $\varphi$ , т. е.  $\rho = f(\varphi)$ , найдем скорость стержня  $v = \frac{d\rho}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \omega \frac{d\rho}{d\varphi}$  и ускоре-

ние  $j = \omega^2 \frac{d^2 \rho}{d\varphi^2}$ . Если точка  $\sigma$  движется по дуге или сложной кривой, то аналитическое определение скорости и ускорения становится сложным, и поэтому проще все исследование производить графически. Кулачные механизмы, как и толкательные, обыкновенно замыкаются давлением пружины, прижимающей каток к К. Все сказанное при разборе толкательного механизма относительно натяжения пружины, приведенной массы звеньев механизма, передвигаемых стержнем, и ускорение стержня относится также и к кулачному механизму.

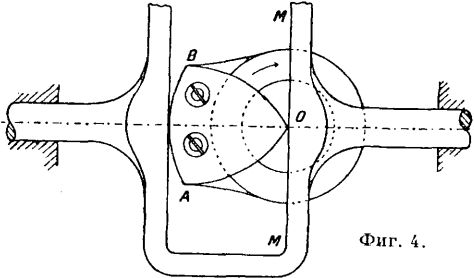
Можно построить кулачный механизм, не требующий замыкания силою и обладающий полными связями; для этого вместо ролика

раньше употреблялась прямоугольная рамка; на фиг. 3 изображен круглый К. в рамке в механизме ножниц для резки металла.



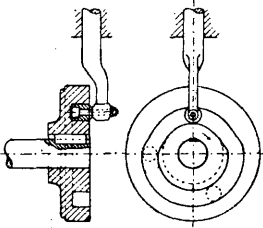
Фиг. 3.

На фиг. 4 изображен треугольный дуговой К. Вольфа в рамке; К. представляет собой равнобедренный тр-к  $OAB$ , образованный дугами окружностей одинакового радиуса, так что диам. К., проведенные из любой его вершины, равны между собой и равны пролету рамки. Недостатком этого К. являются удары при остановке рамки; в положении К., изображенном на фиг. 4, рамка неподвижна, но с мо-



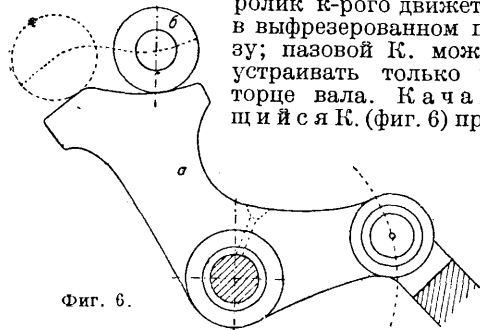
Фиг. 4.

мента, когда дуга  $OB$  при вращении вала точкой  $O$  начнет отходить от линии  $MM$ , рамка начнет двигаться вправо со скоростью, пропорциональной синусу угла поворота; после поворота на  $60^\circ$ , когда дуга  $OB$  коснется  $MM$  точкой  $B$ , скорость рамки достигнет максимальной величины,  $0,866 R\omega$ , и затем рамка мгновенно остановится (удар); затем, пока точка  $B$  скользит по линии  $MM$  вниз, рамка неподвижна, после чего в той же последовательности начинается движение рамки влево.



Фиг. 5.

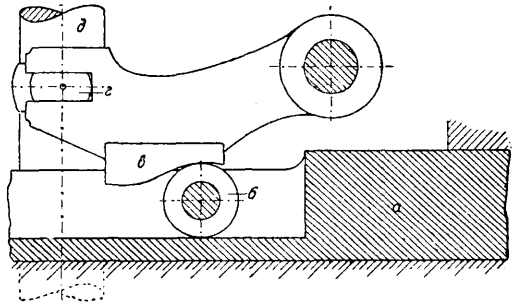
К. системы Вольфа осуществляет следовательно только один закон движения. Для осуществления любого закона движения с полным замыканием применяется пазовой К. (фиг. 5), ролик к-рого движется в выфрезерованном пазу; пазовой К. можно устраивать только на торце вала. Качающийся К. (фиг. 6) при-



Фиг. 6.

меняется гл. обр. в парораспределительных механизмах; К.  $a$  не заклинен на непрерывно вращающемся валу, но приводится в качательное движение обыкновенно посред-

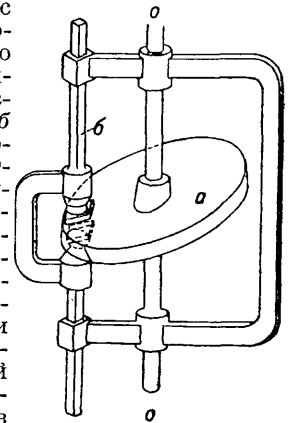
ством эксцентрикового механизма. На фиг. 6 изображен качающийся К. парораспределительного механизма Ленца, служащий для подъема впускного клапана, шток которого



Фиг. 7.

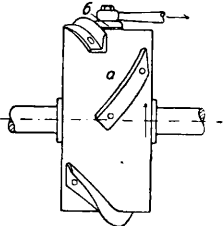
вертикален и несет на себе ролик  $б$ . Особый эксцентрик, сидящий на парораспределительном валу машины, качает К. и поднимает клапан; опускание клапана производится винтовой стальной пружиной. Другую разновидность качающегося К. представляет собой парораспределительный механизм Штумпфа, изображенный на фиг. 7. Эксцентрик приводит в прямолинейно-возвратное движение ползун  $a$  с роликом  $б$ , нажимающим на толкательный профиль К.  $в$ , поднимающего при посредстве камня  $г$  шток впускного клапана  $д$ .

Цилиндрический К. в простейшей конструкции представляет собою цилиндр  $a$  (фиг. 8), вращающийся вокруг своей геометрической оси  $OO$ , с кососрезанной торцевой поверхностью (на фиг. 8 простейший случай — плоскость); толкатель  $б$  опирается на эту поверхность вследствие давления пружины или силы тяжести и при вращении цилиндра поднимается или опускается. В современном машиностроении цилиндрич. К. является необходимой составной частью револьверных станков автоматов и полуавтоматов, управляющих последовательностью всех операций, начиная от укрепления сырого материала, всех стадий его обработки и кончая подрезанием готового изделия. Конструктивная форма его здесь несколько иная (фиг. 9): главный вал приводит во вращение цилиндрический барабан  $a$ , к которому привинчены упорные полосы, нажимающие на каток  $б$ , управляющий движением супорта с револьверной бабкой и других частей станка. Интересным случаем применения этого типа К. является изображенная на фиг. 10 конструкция бескрейшного четырехцилиндрового двигателя Дизеля.

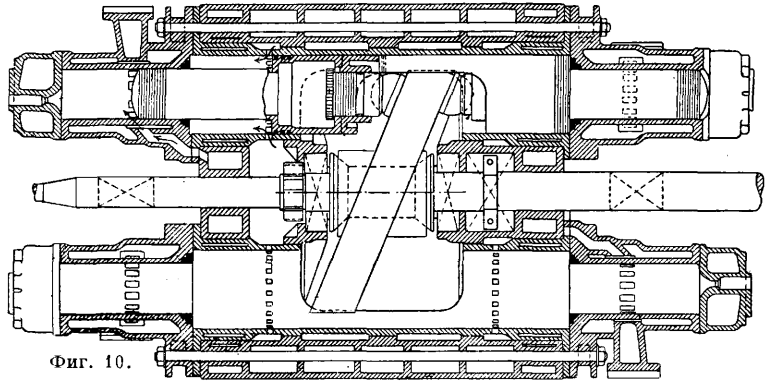


Фиг. 8.

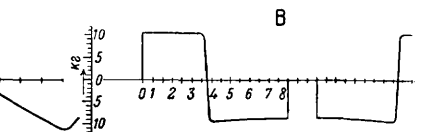
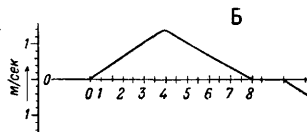
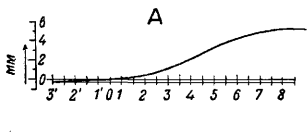
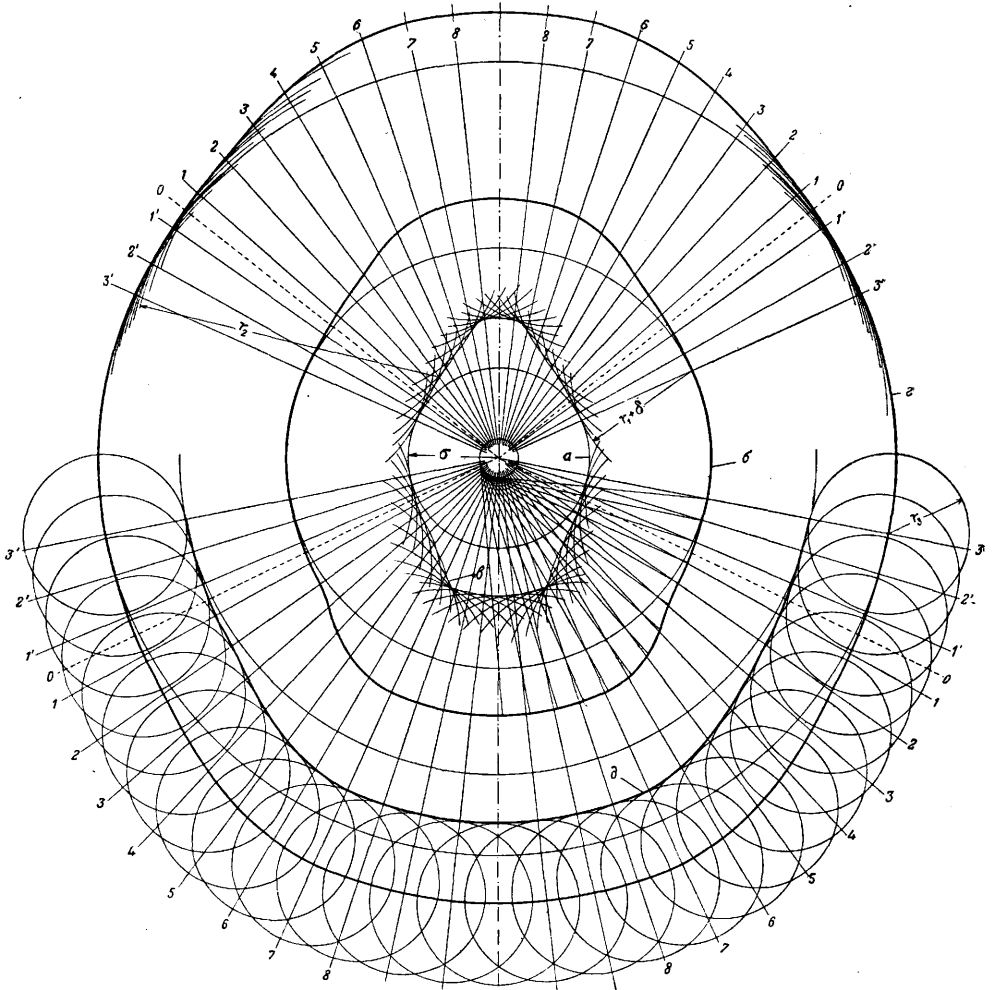
Из весьма разнообразных применений К. в машиностроении отметим применение ку-



Фиг. 9.



Фиг. 10.



Фиг. 11.

лаков в целях выравнивания вращательных моментов поршневых двигателей (см. *Уравновешивание поршневых двигателей*).

На фиг. 11 изображено построение кулака (мотора типа 42 Н. Ф. Д.) и шаблона для его фрезерования на *копировальном станке* (см.). Закон движения толкателя в зависимости от угла поворота кулачкового вала графически изображен на фиг. 11, А; изменение скоростей и ускорений видно из фиг. 11, Б и 11, В (на фиг. 11, В силы инерции выражены непосредственно в кг по ф-ле  $P = mj$ ). Построение ведется след. образом. Чертят основную окружность К. а (фиг. 11), радиус которой  $\sigma$  на величину требуемой игры  $\delta$  (фиг. 11, А) меньше расстояния от толкателя в его наинизшем положении до оси кулачкового вала, и радиусом  $r_1 + \sigma + \delta$  ( $r_1$ —радиус ролика толкателя) проводят основную окружность б движения центра ролика. Угол в  $360^\circ$  при центре К. делят на равное число частей (на фиг. на 60) и затем проводят лучи из центра и кроме того ряд лучей, соответствующих действительному направлению движений толкателя и параллельных основным (на фиг. 11 толкатель движется эксцентрично по отношению к оси кулака). От окружности б откладывают по направлению движения толкателя пути его в соответственном масштабе и соединяют плавной кривой. Форму в кулака получают, проводя из каждой точки кривой б дугу окружности радиусом  $r_1 + \delta$  и вычерчивая обертывающую ряда этих окружностей. Для получения формы фрезероального шаблона определяют сначала путь центра шпинделя фрезера, для чего из каждой точки очертания кулака проводят дуги радиусом, равным радиусу фрезера  $r_2$ ; обертывающая г этих окружностей и представляет собой путь центра фрезера. Проводя из каждой точки этой кривой дуги радиусом, равным радиусу  $r_3$  направляющего ролика копировального станка, получают наконец кривую д очертания наружной поверхности копировального шаблона.

Лит.: Зернов Д. С., Прикладная механика, стр. 245—274, Л., 1925; Ливенсон Л. Б., Кинематика механизмов, стр. 90—110, М., 1923; Цветков В., Максимальные ускорения ролика при кулачном распределении, «Вестник об-ва технологов», СПб, 1913, 24, стр. 837—840; Рерих К., Графич. построение ускорений кулачного распределительного механизма, там же, 24, стр. 840—843; Жиряцкий Г. С., Паровые машины, 4 изд., стр. 243—256, 265—285 и 300—315, Киев, 1930; Роте Э., Заксе К., Келле Ф., Крейль А., Сборник «Настройка автоматов», пер. с нем., Л., 1929; Вестергоп, Die Form der Steuerungsnocken, «Z. d. VDI», 1919, p. 263—266; Ringwald, Nockenform u. Ventilbewegung mit besonderer Berücksichtigung d. Verbrennungsmotoren, ibid., 1927, p. 47; Dубель Н., Die Steuerungen d. Dampfmaschinen, 3 Aufl., p. 149—189, Berlin, 1923; Mаgg, Die Steuerungen d. Verbrennungskraftmaschinen, В., 1915.

Н. Рерих.

**КУЛОН**, С, единица количества электричества, равная количеству электричества, переносимому в 1 ск. неизменяющимся током силою в 1 А международный. Заряд одного электрона равен  $1,592 \cdot 10^{-19}$  С.

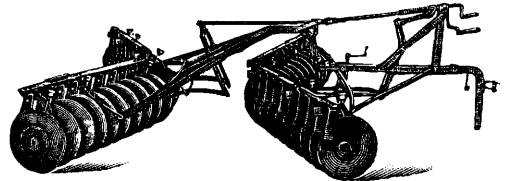
**КУЛЬМАНА СПОСОБ**, см. *Графическое определение усилий*.

**КУЛЬТИВАТОР**, с.-х. орудие, служащее для обработки почвы после основной вспашки плугом. К. отличается от бороны тем, что: 1) предназначается только для одного опре-

деленного рода работ и потому имеет более дифференцированную форму рабочего зуба, соответствующую цели обработки; 2) используется (кроме особых случаев) для обработки на полную глубину пахотного слоя, тогда как бороны применяются только для поверхностной обработки; 3) число зубьев у К. 9—10, причем они массивнее, чем зубья бороны, число к-рых  $\geq 20$ ; 4) имеет массивную раму и часто снабжен колесным ходом.

Гранвуанне (Grandvoinet) делит все К. по характеру производимой ими работы на три основные группы. 1) Г р у б е р ы (см. *Экстирпатор*), служащие для разрыхления почвы и снабженные обыкновенно рабочими лапками в виде выпуклых лемешков. 2) Э к с т и р п а т о р ы, служащие для борьбы с сорняками; рабочей частью их являются б. ч. горизонтально расположенные ножики. 3) С к а р и ф и к а т о р ы, служащие для разрезания дернины в вертикальном направлении; рабоч. часть их—ножичек той или иной формы (см. *Луговые орудия*).

Большинство современных К. изготовляют с одной основной рамой, к которой, смотря по характеру работ, м. б. присоединены те или другие рабочие лапки; поэтому зубья К. прикрепляются к раме не жестко, а при помощи хомутов, притягиваемых к раме винтами, что позволяет в поле быстро заменять одни рабочие зубья другими. Рама К. имеет форму треугольника и снабжена поперечными планками, на которых могут переставляться зубья с промежутками различной величины. К. всегда снабжают упругим крюком, к-рый м. б. переставляем по регулятору вверх и вниз для изменения глубины хода; кроме того в К. имеется рычажная установка колес для регулировки глубины хода.



Простейшие К.—*драпач* (см.), иначе называемый шведской бороной, а также к р ю м м е р и с к о р о п а ш к а, применяемые для разрыхления почвы и борьбы с сорняками и снабженные лапками упрощенной конструкции. К К. относится также целый ряд орудий, к-рые по своим конструктивным признакам не укладываются в вышеперечисленные группы, и среди них орудия, используемые для ряда разнородных работ, вследствие чего рабочие лапки у них не получили определенной конструктивной формы. Из таких орудий можно указать на в и й д е р; он имеет пружинные зубья, закругленные в нижней рабочей части; во время работы эти зубья вибрируют, почему и не забиваются землей. Вийдер применяется для уничтожения сорняков, а также для разрыхления поверхностного слоя с целью сохранения влаги. К К. относят также дисковые бороны значительной мощности. Пример дискового К.—двухрядное дисковое орудие для тракторной тяги (см. фиг.). Ди-

сковый К. имеет или сплошные диски или разрезные; если передний ряд имеет диски, расположенные вогнутостью наружу, то в заднем ряду они расположены вогнутостью внутрь, причем диски заднего (по ходу) ряда располагаются в промежутках между дисками переднего. К К. по характеру их рабочих органов можно отнести также орудия для междурядной обработки (см. *Пропашники*).

*Лит.*: Дебу К. И., Культиваторы, П., 1922; Соколов Н. П., Классификация и типы культиваторов, Ростов н/Д., 1910; его же, Пружинный культиватор Венского «Гриф FС7», Ростов н/Д., 1912; его же, Культиватор «полюшник» для чистого пара-3-да Бургард, Ростов н/Д., 1912; его же, Культиватор для обработки чистых паров Овсинского, Ростов н/Д., 1912; Streckel W., Die Bodenbearbeitung, Lpz., 1920.

**КУМАРИН**, лактон о-оксикоричной к-ты,  $C_9H_6O_2$ , душистое начало ясенника, *Asperula odorata* и бобов тонка, *Dipteryx odorata*; К. встречается и во многих других растениях, б. ч. в виде глюкозида. Выделяется кумарин при провяливании растений и обуславливает при этом появление характерного запаха «свежего сена», свойственного К. в больших разбавлениях. К. представляет собою кристаллы (таблички или призмы), обладающие горьким вкусом, с  $t_{пл.}^{\circ}$  67—70° и  $t_{кит.}^{\circ}$  290°, возгоняющиеся без разложения, трудно растворимые в холодной и легче в горячей воде, легко растворимые в спирте и большинстве органич. растворителей. На свету К. полимеризуется в непахучий трудно растворимый гидродикумарин с  $t_{пл.}^{\circ}$  262°. Кипячение с концентрированными растворами едких щелочей переводит К. в о-оксикоричную к-ту, а при сплавлении с ними К. отщепляет салициловую к-ту. Практиковавшиеся ранее получение К. экстракцией бобов тонка в настоящее время осуществляется лишь в незначительном масштабе для получения специальных продуктов типа душистых смол, применяемых в парфюмерии. Заводские методы получения К. основаны на синтезе Перкина, при котором применяется нагревание салицилового альдегида с искусным ангидридом и искусно кислым натрием в течение 24 ч. Необходимый для реакции салициловый альдегид получают конденсацией фенола с хлороформом в присутствии едких щелочей, причем в качестве побочного продукта получается п-оксибензальдегид, используемый для производства других душистых веществ, напр. *анисового альдегида* (см.). Способ этот в настоящее время считается устаревшим, т. к. дает сравнительно малые выходы. Нек-рое улучшение выхода дает прибавление небольших количеств вода. Гораздо лучшие выходы дает способ Рагига, в котором исходным продуктом служит фосфорный или угольный эфир о-крезола. Хлорированием этого продукта и последующим нагреванием полученного хлорида получают непосредственно К. Особые трудности представляет очистка К., так как минимальные количества примесей сильно отражаются на его запахе. Степень чистоты К. определяют также по  $t_{пл.}^{\circ}$  и растворимости его в различных растворителях. К. часто фальсифицируют различными непахучими примесями: ацетанилидом, терпен-

гидратом, серноокислым магнием и т. п. Применяется К. чрезвычайно широко в парфюмерно-мыловаренной промышленности и в производстве напитков и кондитерских изделий. Потребность СССР определяется по плану на 1932/33 г. ок. 20 000 кг; производство его устанавливается в Госмедторгпроме. *Лит.*: Сohn G., Die Riechstoffe, 2 Aufl., Braunschweig, 1924; Gildemeister E. und Hoffmann Fr., Die ätherischen Öle, 3 Aufl., B. 1, Leipzig, 1928.

Б. Рутевский.

**КУМАЧ**, хлопчатобумажная ткань, окрашенная в красный цвет ализарином на глиноземной протраве (см. *Крашение*). Производство К. было очень распространено в России в прошлом веке и им были заняты специальные ф-ки пунцовых ситцев и платков. Но с конца 19 в. пунцовое ализариновое крашение начало постепенно заменяться «холодным», или «лебяным», крашением нерастворимыми азокрасителями, хотя менее прочным, но более дешевым. Получаемый этим способом товар тоже иногда называется кумачом.

А. Порай-Кошиц.

**КУНЖУТ**, *Sesamum orientale* L., травянистое растение из семейства *Begoniaceae*, с четырехгранным, иногда опушенным стеблем, обычно узкими листьями, белыми, розовыми или фиолетовыми цветами; плод — коробочка, в которой заключены мелкие семена, содержащие значительное количество невысыхающего масла (от 55,2 до 62,7%), с удельным весом 0,921—0,924 и  $t_{заст.}^{\circ}$  4—6°; оно состоит из глицеридов стеариновой, пальмитиновой, олеиновой и линолевой кислот с примесью смолистых веществ. Кунжутное масло используется как пищевой продукт и с косметическими целями. Измельченные семена К. служат для приготовления халвы. К. является хорошим медоносным растением; солома К. идет на корм и подстилку скоту.

К.—растение жарких стран; для созревания он требует 4—4,5 месяца при сумме  $t^{\circ}$  2 670 ÷ 2 725°; мороза К. не переносит. Разводится в большом количестве в Индии (ежегодный вывоз семян 250 тыс. т), Китае, Египте, Аравии, Палестине, на Зондских островах, отчасти в странах юга Европы; в СССР районы культуры К.—Ср. Азия и Закавказье.

К. требует плодородной удобренной почвы; чаще всего его сеют по долинам рек; засоленных почв не переносит; в севообороте кунжут лучше всего помещать после пропашных растений, внесение навоза непосредственно под кунжут не рекомендуется. На за высевают 3—4 кг семян; лучше удаются широкоягодные посевы, допускающие междурядную обработку; в засушливых районах кунжут возделывают как поливную культуру. Уборку К. производят или выдергиванием растений с корнем или же скашиванием (косой, серпом); после молотбы (чаще ручной) семена пропускают через вялку и сортировку; средний урожай 10—12 ц семян на га.

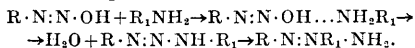
Для извлечения масла семена К. сначала сушат (на солнце или в зерносушилке), затем измельчают на вальцах и промывают в корытах с водой (хвалевка); полученную после этого массу поджаривают в течение 10 мин. на особых сковородах (при



температуре 100°) и затем прессуют; после первого прессования и отделения масла оставшийся жмых измельчают, смешивают с водой, вторично поджаривают и прессуют. Общий выход масла при кустарной выработке обычно 48—50%. Кунжутный жмых является отличным кормовым средством и иногда используется в пищу даже людьми; его средний состав: 12,5% воды, 36,6% протеинов, 11,4% жира, 21,2% безазотистых экстрактивных веществ, 8,1% клетчатки, 9,4% золы. Сорта К. различают по окраске семян, характеру расположения и форме листьев, количеству цветов, опушенности стебля и пр.

Лит.: Зайцев Г. С., Разновидности кунжута, разводимые в Туркестане, «Труды по прикладной ботанике», П., 1933, т. 13; Михеев А. А., Ценные культуры Азербайджана, кн. 1, Баку, 1926; Naberlandt F., Über d. Sesam, «Landwirtschaftliche Versuchstationen», В., 1893, В. 51. **Н. Соколов.**

**КУПЕЛИРОВАНИЕ**, реакция сочетания диазосоединений (диазосоставляющих) с ароматич. аминами или фенолами или их производными (азосоставляющими), ведущая в конечном итоге к образованию *азокрасителей* (см.) и широко применяемая в технике. По новейшим исследованиям К. протекает в несколько стадий. Вначале диазосоставляющая образует с азосоставляющей продукт присоединения, к-рый, выделяя молекулу кислоты или воды, переходит в диазоамино- или диазооксипроизводное. Последнее, перегруппировываясь, переходит далее в аминазо- или оксиназокраситель согласно след. схеме:



Реакция протекает вполне аналогично и в том случае, если азосоставляющей является фенол. Весьма часто переход от одной стадии к другой протекает настолько быстро, что не представляется возможным его уловить.

На практике реакция К. осуществляется различно для различных азо- и диазосоставляющих. В случае фенолов или их сульфокислот, взятых в качестве азосоставляющих, крашение проводят в слабощелочном растворе; в случае аминов или их производных К. ведут в нейтральной или слабокислой среде, причем выделяющуюся из диазосоставляющей минеральную к-ту нейтрализуют содой либо связывают добавлением уксуснокислоты натрия (в последнем случае освобождается более слабая уксусная кислота). В случае производных аминфенолов направление реакции зависит от кислотности или щелочности раствора, в к-ром ведется К. Так, в случае технически важных Н-, I- и γ-кислот, в щелочной среде К. происходит в о-положении к гидроксильной группе, в кислой же среде—в о-положении к амидной группе.

Технически К. проводят в больших деревянных чанах с мешалкой, охлаждаемых в начале процесса и подогреваемых иногда в конце его. Обычно к раствору азосоставляющей приливают постепенно раствор диазосоставляющей. Скорость приливания, t°-ные условия, добавление соды и уксуснонатриевой соли варьируют в различных случаях.

Лит.: Воровцов Н. Н., Основы синтеза красителей, гл. 12, М.—Л., 1925; Fierz-David H. E., Künstliche organische Farbstoffe, В., 1926; Fierz-David H. E., Grundlegende Operationen d. Farbenchemie, 3 Aufl., В., 1924. **И. Иоффе.**

**КУПОРОС СВИНЦОВЫЙ**, см. *Свинца соединений.*

**КУПОРОСНОЕ МАСЛО**, см. *Серная кислота.*

**КУРВИМЕТР**, прибор для измерения расстояний на плане или карте по извилистым дорогам, рекам и пр., где нельзя применить циркуль. К. по виду и размерам напоминает карманные часы небольшого размера. Корпус К. в одну сторону вытянут, и там помещается на оси ролик. Этот ролик катят по измеряемому направлению, точно следуя всем извилинам контура. Вращение ролика передается системой зубчатых колес внутри корпуса К. стрелке, которая движется по циферблату, прикрытому стеклом. Система передачи рассчитана так, что в зависимости от масштаба чертежа стрелкою на циферблате отсчитываются километры, мили, версты и пр. В стороне, противоположной ролику, к корпусу К. прикреплен ручка или кольцо, как у карманных часов. К. делают с одной или двумя стрелками, с одним или двумя циферблатами, что упрощает запись десятков и сотен принятых единиц меры. Ошибки в измерении расстояний К. составляют ок. 2% этих расстояний. **О. Дитц.**

**КУРКУМА**, травянистые растения подсемейства имбирных, Zingiberaceae, семейства Musaceae—банановых. Различные виды К. распространены в Китае, Кюхинкине и Ост-Индии как дикорастущие, а также культивируемые растения, размножаемые вегетативно, рассадкою клубней. В клубнях куркумы содержатся: крахмальные зерна, характерно отличающиеся значительными размерами; клетки, выделяющие секрет—эфирное масло; комочки смолы; клетки, выделяющие красящий пигмент, и волокна древесины. У разных видов К. количественное соотношение этих элементов различно. Крахмалосные виды К.—*Curcuma angustifolia*, *Curcuma leukorrhiza*, *Curcuma rubescens*, *Curcuma montana*, *Curcuma longa* и *Curcuma aromatica*. Крахмал, доставляемый этими растениями, носит наименование остиндского *аррорута* (см.). Продажный товар—чистобелый или чуть красноватый порошок; крахмальные зерна его простые, плоские, эллиптические или миндалевидные, в профиль цилиндрические; они явственно слоисты, ядро—на узком полюсе; размеры широкой стороны—ок. 2/3 длины зерна. Длинный диаметр крахмальных зерен *Curcuma leukorrhiza* 21—145 μ, по большей части ~ 105 μ, а толщина 7—13 μ. У *Curcuma angustifolia* наибольшая величина зерен 70 μ (по большей части 60 μ), а толщина 5—10 μ. Набухание крахмальных зерен К. происходит (Флюккигер) в теплой воде, начиная с 72°. В отличие от картофельного крахмала (см.) куркумовый не дает неприятного запаха при кипячении с соляной кислотой. На бомбейских базарах куркумовый крахмал под названием «гуал» продается окрашенным в интенсивно красный цвет; служит для аппретирования тканей, раскраски тела. Как красильное и праное растение идет преимущественно вид *Curcuma longa* (*Atomum Curcuma Murs.*). Этот вид К. распространен в Южной Азии (Ост-Индия, Кюхинкина, острова Ява, Цейлон, Бурбон, а также южный Китай). В продажу поступают

корневища его, *Rhizoma Curcumae*, очищенные от корней, проваренные в течение суток в воде и просушенные на рогожах, под названиями: куркума, желтый корень, желтый имбирь, каркамем, индийский шафран, турмерик; форма его либо удлиненная, иногда в виде пальцев (*Curcuma longa* — боковое корневище), либо округлая (*Curcuma rotunda*). Удлиненные корневища имеют в длину 2,5—9 см при толщине 1,5 см, а округлые — с грецкой орех. Снаружи эти корни покрыты серо-желтой или зелено-желтой кожей, внутри шафранно-желтого или оранжево-желтого цвета и обладают имбирным запахом и перечным, жгучим и несколько горьким вкусом. Они очень плотны, тонут в воде и компактны, тверды, почти подобны рогу, с плоским восковидным изломом поверхности желто-оранжевого цвета. По происхождению отличают куркуму китайскую, остиндскую (бенгальскую, малабарскую, мадрасскую, кохинхинскую), яванскую и вестиндскую, батавийскую и так назыв. африканский турмерик, доставляемый из Сиерра-Леоне (*Canpa speciosa*); наиболее обычный на европ. рынке торговый сорт — бенгальский.

Между зернами крахмала рассеяны клетки, содержащие бесцветное эфирное масло и красящий пигмент — куркумин. Эфирное масло из К. (содержание 3—5,5%) при выделении окрашивается куркумином в желто-оранжевый цвет, с некой флуоресценцией, слабым куркумовым запахом, удельн. в. 0,942—0,961; масло содержит фелландрен,  $C_{10}H_{16}$ , и турмерол,  $C_{18}H_{28}O$ . Куркумин (см. *Красящие вещества естественные*) получается в количестве 0,3—0,5% в виде желтых с голубой флуоресценцией призматич. кристаллов, пахнущих ванилью, с  $t_{пл.}$  183°. Куркумин почти не растворяется в горячей воде, слегка растворяется в бензоле и сероуглероде, несколько больше — в хлороформе и эфире. В щелочах и с аммиаком он легко дает растворы красного цвета с красной же флуоресценцией, тогда как флуоресценция спиртового раствора зеленая, а бензольного — сине-зеленая. Перманганатом К. окисляется в ванилин. Кроме эфирного масла и куркумина в куркуме содержатся следы особого алкалоида. Зольность кожицы 14,4%, очищенного корня 4,64%, а корня в целом 7,9%. Для золы характерно содержание марганца.

Применение К. Довольно широко К. применяется при окрашивании воска, бумаги, лака, олифы, жиров, мазей, кожи и особенно съестных продуктов — сливочного масла, сыра, печени; частично К. используют как вкусовое вещество (пряная приправа — карри), а также для фальсификации шафрана и других более ценных пряностей. Порошок К. подмешивают нередко к горчичной муке и к порошкам ревеня и имбиря. Благодаря свойству куркумина краснеть от щелочей его применяют для изготовления регентной куркумовой бумаги. Борная кислота дает после просушивания бумаги желто-красную окраску, а при последующем опрыскивании аммиаком — синюю; этим свойством куркумовой бумаги пользуются для открытия борной кислоты в продуктах питания. Наконец К. и уголь из нее имеют нек-рое при-

менение в производстве взрывчатых веществ типа аммоналов (содержащих  $NH_4NO_3$ ). Места вывоза К. — Ханькоу, Шанхай, Формоза, Калькутта, Бомбей.

Лит.: Ам. П. 988244; Ан. П. 907007; Ан. П. 75780/1905 (варывч. вещества).

Тихомиров В. А., Учебник фармакогнозии, М., 1909; Wiesner J., Die Rohstoffe d. Pflanzenreichs, 4 Auflage, B. 1, 2, p. 226—229, 1958, 1978—79, Leipzig, 1927—28; Brigl P., Die chemische Erforschung d. Naturfarbstoffe, Brschw., 1921; Perkin A. G. A. Everest A. E., The Natural Organic Colouring Matters, L., 1918.

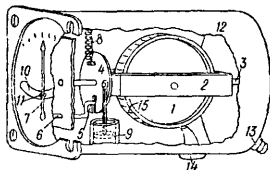
П. Флоренский.

**КУРСОДЕРЖАТЕЛЬ**, указатель поворота. При вождении самолета по показаниям аэронавигационных приборов (по приборам) ночью, в туманную погоду или при полетах над местностью без ориентиров, морем, горами, лесными массивами — особенно важным фактором является сохранение самолетом правильного курса. В виду крайней подвижности самолета и запаздывания показаний обыкновенных магнитных компасов в связи с поворотными ошибками, с увлечением картушки жидкостью и другими явлениями, сохранить устойчивость курса самолета очень трудно, почему в добавление к компасу придается прибор, основанный на жироскопическом эффекте, с большой чувствительностью и без запаздывания реагирующий на достаточно малые отклонения от курса (см. *Волчок* и *Компас*).

Если подобный прибор установить на самолете таким образом, чтобы при отклонении самолета от курса вместе с самолетом с той же угловой скоростью поворачивалась и плоскость вращения ротора жироскопа, то такой прибор, особенно при значительных моменты инерции ротора жироскопа и угловой скорости его вращения, с большой чувствительностью будет отмечать даже минимальные отклонения от курса, указывая также и сторону отклонения.

Однако такой прибор будет показывать только наличие отклонения самолета от курса с той или другой угловой скоростью и сторону отклонения, но не угол отклонения от курса, вследствие чего для восстановления курса этот прибор служить не может. Для восстановления курса приходится пользоваться компасом. В связи с этим в настоящее время этому прибору присвоено более характерное его название «указателя поворота» (вместо прежнего К.). Указатели поворота бывают электрические и воздушодувные. У первых ротор жироскопа приводится в движение действием электрического тока либо от специального генератора (например в указателях поворота Дрекслера, Смита и др.) либо от аккумуляторной батареи (например в указателях Шиловского, Пионера и др.). Эти приборы, обладая большими угловыми скоростями вращения ротора, являются наиболее чувствительными. Воздушодувные указатели приводятся в движение действием струи воздуха, ударяющей в насечки, имеющиеся на образующей ротора. Основной частью воздушодувного указателя (фиг. 1) являются ротор жироскопа 1 и рамка 2, несущая ось ротора; рамка укреплена на осях 3. При помощи диска 4 рамка через рычаг кривошипа 5 действует на ось 6 стрелки 7. К диску 4 прикреплены пружина 8, удерживающая всю

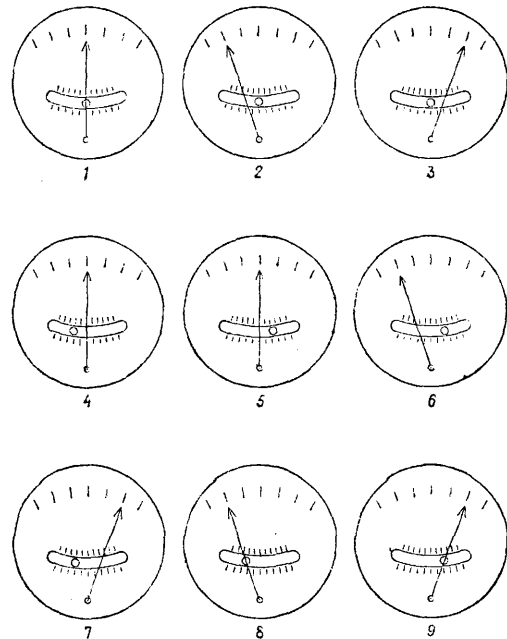
систему в нулевом положении, и демпфер 9. На шкале кроме стрелки имеется уровень 10 с шариком 11. Все заключено в герметически закрытый кожух 12, из которого через



Фиг. 1.

нипель 13 при помощи трубки Вентури отсасывается воздух. Благодаря разрежению наружный воздух поступает внутрь корпуса с определенной скоростью через сопло 14, удаляется о насечки ротора 15 и вызывает вращение последнего.

Обыкновенно указатель поворота строится в комбинации с небольшими шариковыми уклономерами, устанавливаемыми на шкале, как показано на фиг. 1. Так делается вследствие того, что обыкновенный относительный уклономер правильно показывает поперечные наклоны самолета только при прямолинейном полете и отсутствии всяких боковых ускорений; при наличии последних



Фиг. 2: 1—самолет идет правильно; 2 и 3—самолет делает правильный (без скольжения) поворот влево или направо; 4 и 5—самолет идет правильно по курсу, но с левым или правым креном; 6 и 7—самолет делает поворот с недостаточным креном, т. е. скользит наружу кривой; 8 и 9—самолет делает поворот со слишком большим креном, т. е. скользит внутрь кривой.

он показывает направление равнодействующей ускорения силы тяжести и всех ускорений. При комбинации же простого шарикового укломера с указателем поворота получается прибор, позволяющий летчику при пилотировании самолета определять как поперечную устойчивость самолета, так и устойчивость сохранения курса (см. фиг. 2).

Лит.: Кудревич Б. И., Теория гироскопич. компаса, 2 изд., Л., 1929; Hort W., Technische Schwingungslehre, 2 Aufl., В., 1922; Klein F. u.

Sommerfeld A., Über die Theorie des Kreisels, H. 1—4, Lpz.—В., 1910—23; Grammel R., Der Kreisels, seine Theorie u. seine Anwendungen, Brschw., 1920. С. Ноздровский.

## КУСТАРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, см.

### Промышленность.

**КУХНЯ-ФАБРИКА**, предприятие для механизированного массового изготовления обедов и отдельных блюд, потребляемых не только на месте, но и за пределами предприятия. В отличие от обыкновенных столовых и ресторанов пища, изготовляемая на К.-ф., потребляется не только непосредственно в столовой при К.-ф., но главн. обр. в распределительных пунктах при фабрично-заводских предприятиях; сырые продукты обрабатываются на К.-ф. не непосредственно перед приготовлением пищи, а заготавливаются в массовом порядке заранее и хранятся в холодильниках. Точно так же и готовая продукция в известной части хранится и перевозится в термосах, и пища потребляется в горячем виде в течение 4—6 ч. после изготовления. Благодаря этому заготовочные цехи К.-ф. могут работать в несколько смен, что увеличивает их производительность. Отличительной чертой производства К.-ф. является, далее, то, что пища, предназначенная для транспортирования в термосах, закружается в последние в недоваренном состоянии и уже тут доходит до готовности. Радиус развозки пищи при обычных условиях достигает 7—8 км.

Соответственно массовой постановке производства все процессы изготовления пищи—варка, жарение и печение—производятся не на огневых очагах, а в паровых варочных котлах и шкафах, для обработки же и предварительной разделки сырья широко применяются специальные машины и механизированные устройства. Размеры и количество котлов и шкафов в зависимости

Табл. 1.—Основное оборудование кухни-фабрики.

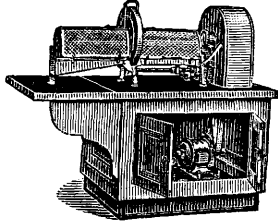
Наименование оборудования и инвентаря	При числе обедов:			
	12 000	9 000	6 000	4 500
Паровые пищеварн. котлы на 800 л . . . . .	4	3	2	2
Паровые пищеварн. котлы на 600 л . . . . .	5	4	2	2
Паровые пищеварн. котлы на 400 л . . . . .	7	6	5	3
Паровые пищеварн. котлы на 250 л . . . . .	3	2	2	2
Паровые пищеварн. котлы на 125 л . . . . .	2	2	1	1
Комплекты сухих быстроварных котлов . . . . .	2	1	1	1
Паровые шкафы большие	1	1	1	1
Паровые кипятивильники на 900 л . . . . .	2	1	1	1
Паровые кипятивильники на 600 л . . . . .	2	2	1	1
Прибор для горячих напитков . . . . .	2	2	1	1
Плита № 1 . . . . .	1	1	1	1
" № 2 . . . . .	1	1	—	—
Вертел для жарного . . . . .	1	1	1	1
Кондитерская печь . . . . .	1	1	1	1
Шкаф для жарного . . . . .	1	1	—	1

от производительности кухонь-фабрик приведены в табл. 1. Что же касается специальных машин, то к ним относятся следующие:

Костепильная машина  
Протирочная »  
Овощемойка  
Картофелечистка  
Шинковальная машина  
Корнерезка  
Мясорубка  
Овощемойка  
Мороженицы  
Хлеборезки  
Мясомесилка  
Тестомесилка  
Взбивалка для белков  
и сливок

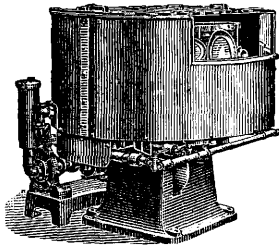
Шприц колбасный  
Ножечистка  
Мельница для кофе  
Мельница для перца  
Посудомойки конвейерного типа  
Тележки для перевозок из расчета 1 на 1 000 обедов  
Холодильн. агрегаты из расчета 4 Cal/ч. на 1 обед  
Термосы и паровые мармитки

Большая часть вышеуказанных машин и устройств ничем не отличается по конструкции от таковых в других производствах. Таковы напр. паровые варочные котлы (см. *Варочные аппараты*), кондитерские печи (см. *Бысквитное производство*), картофелечистки и картофелемойки (см. *Крахмал*), тестомесилки и мясомесилки, шприцы (см. *Колбасное производство*), протирочные машины (см. *Консервное дело*), мармиты и термосы (см. *Термосы и Термостаты*) и проч. Следующие машины заслуживают особого упоминания. П а р о в о й ш к а ф предназначен для варки овощей на пару. Овощи раскладываются в сетках) установленных одна над другой. Шкаф герметически закрывается. Варка производится впускаемым внутрь шкафа паром. Х л е б о р е з к а (фиг. 4) служит для нарезывания печеного хлеба. Хлеб укладывается в особую коробку и зажимается в ней захваткой. Коробка получает поступательное движение, постепенно подавая хлеб под нож. Хлеборезка снабжена специальным предохранительным кожухом для предупреждения попадания руки под нож. М а ш и н а для взбивания белков и сливок работает от фрикционной передачи, дающей возможность регулировать число оборотов вертикального вала, к которому прикреплена сбивалка из проволоки, вращающаяся во вращаемой массе. М а ш и н а для холодного нарезания мяса дает правильные ломтики мяса толщиной от 0,5 до 4 мм и длиной до 240 мм. Машина снабжена круглым вращающимся ножом, причем мясо автоматически передвигается в двух направлениях: вдоль горизонтальной оси ножа и перпендикулярно к плоскости ножа. Толщина нарезки может регулироваться. М е л ь н и ц а для кофе или перца снабжена терочным механизмом, который состоит из дисков, имеющих канавки с насечками. Крупность помола регулируется стеньевой прижима дисков. П о с у д о м о й к а конвейерного типа (фиг. 2) служит для мойки тарелок.



Фиг. 1.

Она состоит из двух резервуаров, из которых один наполняется теплой (>45°) водой с примесью соды и мыла, а второй—чистой горячей (до 95°) водой, поступающей из особого кипятильника. Оба резервуара кроме того снабжены особыми подогревателями, поддерживающими все время требуемую t°. Конвейерная цепь снабжена 32 металлическими корзинками для помещения тарелок. Внутри резервуаров находятся кроме того опрыскиватели, способствующие промыванию посуды. Грязная посуда погружается конвейером в первый резервуар, а затем переходит для ополаскивания во второй. По выходе посуды наружу ее вынимают из корзинок и ставят на подставку, где она сохнет без какой-либо обтирки. Во избежание попадания жира и мелких отбросов в канализацию машина снабжена жиро- и грязеуловителями.



Фиг. 2.

Пищеварные котлы, шкафы, кипятильники, мармитки и т. п. работают за счет пара паросиловых установок; плиты отапливаются дровами, углем, нефтью, газом. За границей в предприятиях общественного питания пар заменяется газом и электричеством.

Остальные машины приводятся в действие большей частью от электромоторов.

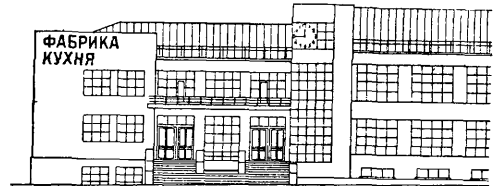
К общему оборудованию К.-ф. относятся: а) подъемные сооружения для подъема всякого рода грузов (сырья, пищи, отбросов), удовлетворяющие санитарно-техническим условиям; б) конвейеры для передвижения продуктов, посуды, пищи и т. д.; в) противопожарное оборудование.

К.-ф. строят большей частью в виде двухэтажных зданий, причем в нижнем этаже располагают производственные помещения, а во втором устраивают обеденные залы. Одноэтажная конструкция хотя и удобнее с производственно-эксплуатационной точки зрения, но неэкономична в отношении использования площади, в особенности если желательно соединить с К.-ф. универсальный магазин или профессиональную школу кулинарного производства. Обыкновенно К.-ф. состоит из следующих групп помещений: 1) складочные помещения и холодильники, 2) помещения для производства полуфабрикатов (заготовочные), 3) помещения для изготовления пищи, 4) экспедиция, 5) обеденные залы, 6) помещения общего пользования (вестибюль, уборные и т. п.), 7) служебные помещения, 8) специальные помещения (лаборатория, инвентарная, гараж и т. п.), 9) подсобные производства и подсобные торговые помещения.

В виду новизны дела и немногочисленности действующих К.-ф. точно установленных норм площади и кубатуры еще не имеется. Применяемые в настоящее время ориентировочные показатели дают следующие средние кубатуры для К.-ф. (в м<sup>3</sup>):

Производительность	Кубатура
12 000 обедов . . . . .	35 000
9 000 » . . . . .	29 000
6 000 » . . . . .	23 000
4 500 » . . . . .	18 000

Распределение площади по роду помещений приведено в табл. 2 и 2а. Высота помещений обычно принимается в 4 м, за исключением производственных отделов с наличием паров (мойки) или высокой температуры (кухня, кондитерская), обеденных зал и помещений общего пользования, в которых высота должна быть 5,5 м. На фиг. 3—5 представле-



Фиг. 3.

ны планы и главный фасад проектируемой К.-ф. в Ростове н/Д. Главная часть здания в 2 этажа, а тыловая—в 1 этаж.

При устройстве К.-ф. особенно важное значение имеет рациональное устройство вентиляции, так как она не только должна обеспечивать санитарные условия на производстве, но и препятствовать прониканию газов из кухни в остальные помещения. Поэтому необходимо принадлежностью К.-ф.

Табл. 2.—Площадь помещений кухни-фабрики (в м<sup>2</sup>).

Помещения	При числе обедов			
	4 500	6 000	9 000	12 000
Холодильные помещения (для мяса, рыбы, молочных продуктов, яиц, напитков, дефростер, машинное отделение) . . . . .	120	160	240	280
Складочные помещения (для сухих продуктов, для овощей, для соли) . . . . .	220	280	400	540
Заготовочные помещения (мясное, голыевое, рыбное, овощное, мясоразрубочное, чистовое овощное, хлебобулочное, для мороженого) . . . . .	260	300	400	500
Производственные помещения (варочные котлы и плиты, гард-манже для холодных блюд, посудомоечная, суточная кладовая, помещение заведующего) . . . . .	400	500	630	750
Экспедиция (контора, склад полуфабрикатов, склад термосов, мойка термосов) . . . . .	110	125	—	—
Специальные помещения (лаборатория, бельевая, инвентарная, хранилище для отходов, котельная, ремонтная мастерская, кладовая тары, прачечная, гараж, сарай для топлива, общежитие) . . . . .	480	570	720	750
Подсобные производства (квасоварня, кондитерская, закусовая, магазин для продажи) . . . . .	350	430	500	570
Служебные помещения (контора, помещения для администрации, местом и ячейка, раздевальня и уборные, помещение для отдыха) . . . . .	160	185	250	300

Табл. 2а.—Площадь помещений кухни-фабрики (в м<sup>2</sup>).

Помещения	При одновременном пребывании чел.			
	450	600	750	1 000
Обеденные залы и помещения (залы, буфетн., кладовая, посудомоечная, сервисная, раздаточная) . . . . .	800	1 000	1 300	1 700
Помещения общего пользования (вестибюль и раздевальня, уборные, умывальные, культуголок, курительная, парикмахерская) . . . . .	200	260	330	430

является приточно-вытяжная система вентиляции. В табл. 3 показана необходимая кратность обмена воздуха.

Не меньшего внимания требует и вопрос канализации. В производственных помещениях правильный сток жидкостей обеспечивается путем устройства достаточного количества трапов, жиро- и грязеуловителей с приданием необходимых уклонов для стока.

Выбор участка для К.-ф. производится с учетом следующих основн. санитарно-технических требований: а) расстояние К.-ф. от

Табл. 3.—Кратность обмена воздуха в основных помещениях кухни-фабрики.

Наименование помещений	Кратность обмена в час	
	Вытяжка	Приток
Складочные помещения (для сухих продуктов и овощей) . . . . .	-1	+1
Заготовочные . . . . .	-2	+2
Кухня . . . . .	-5	+2
Моечные . . . . .	-5	—
Обеденные помещения . . . . .	-3	+5
Экспедиция . . . . .	—	+2
Служебные помещения . . . . .	-1,5	+1,5

производств, загрязняющих местность или разводящих пыль (склады тряпья, рогожные, мочальные, вольсовые, кожевенные производства, конные дворы и т. д.), д. б. не менее 70 м; б) плотность застройки участка устанавливается в размере 25%, с сохранением возможности дальнейшего расширения предприятия; в) желательна возможность древонасаждения с целью организации питания на открытом воздухе в летнее время; г) желательно, чтобы грунт давал возможность устройства подвального этажа. Стоимость постройки здания К.-ф. определяется его кубатурой и родом материала соответственно общей стоимости строительства в данном районе. К стоимости постройки здания прибавляется на механич. установки и специальное оборудование от 40 до 50%.

К.-ф. обладает благодаря своему усовершенствованному оборудованию значительными преимуществами санитарно-гигиенич. порядка перед столовой обычного типа. Помимо этого К.-ф. дает ряд эффективных достижений социально-экономического порядка. Снабжение К.-ф. обходится дешевле, так как наличие достаточного количества складочных помещений позволяет организовать доставку продуктов большими партиями и рациональное их хранение. Размер расходов на К.-ф. ниже, чем на столовую. По данным 1928/29 г., процентное отношение расходов к обороту было следующее:

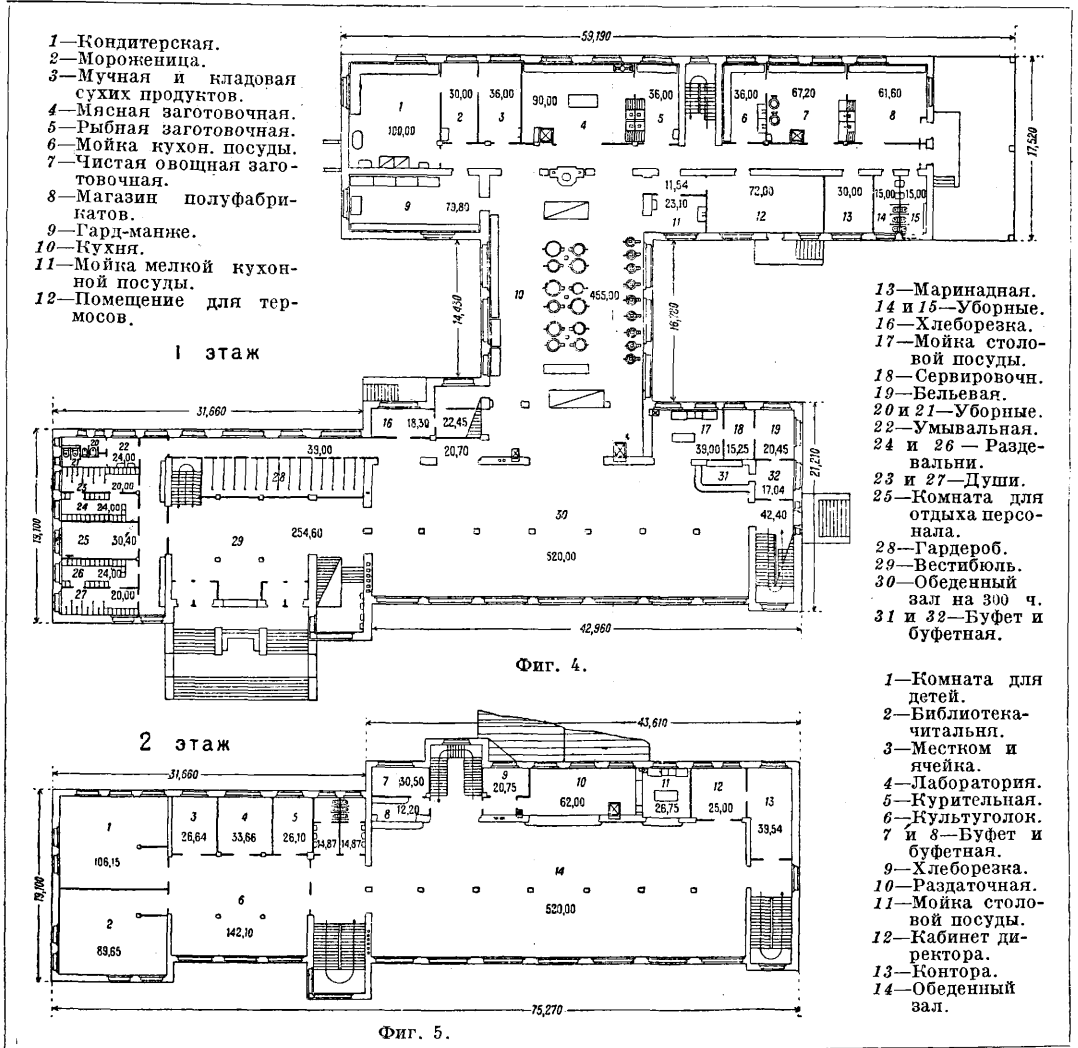
	На К.-ф.	В столовых
Производств. расходы . . . . .	10,5	14
Торговые расходы . . . . .	16,0	20
Общая сумма расходов . . . . .	26,5	34

Концентрация производства на К.-ф. дает экономию в расходе сырья, значительно повышает выходы полуфабриката и создает возможность рационально использовать отбросы. Производительность труда на К.-ф., в связи с механизацией ряда производственных процессов и разделением труда, выше, чем в столовой; так, при средней выработке одной поварской силы в 127 единиц в обычной столовой, на К.-ф. производительность эта соответственно равнялась 200 единицам. К.-ф. в состоянии развить в максимальной степени отпуск наиболее дешевых видов массовой продукции (обеды в 25 к.), сохраняя в то же время рентабельность предприятия. Имея возможность широко развить сеть своих распределителей готовой пищи, К.-ф. максимально приближает пункты принятия пищи к массовому рабочему потребителю, обслуживая небольшие группы в 50—

60 чел., для к-рых организация самостоятельной столовой экономически нецелесообразна. Организуемая на каждой К.-ф. пищевая лаборатория ставит изготовление пищи под научный контроль, предупреждает поступление в производство недоброкачественного

по пятилетнему плану на период 1929—33 годов намечено к постройке свыше 100 К.-ф. Действительное строительство К.-ф. предвидится в значительно больших размерах.

Лит.: Шустров Н. С., Как должны строиться общественные столовые, М., 1926; Персианов П. А., Механизация общественных столовых, М., 1925; Виленин Б. В., Как организо-



или фальсифицированного сырья и кроме того регулярно контролирует качество выпускаемых изделий.

Первоначальная организация предприятий типа К.-ф. в СССР относится к периоду коммунального питания 1919—21 гг., когда в крупнейших промышленных центрах (Москва, Ленинград) было построено несколько харчевых фабрик, транспортировавших свою продукцию в распределители. За границей концентрация массового производства готовой пищи с транспортированием ее по сети филиалов возникла в конце 19 и начале 20 вв. (Лондон, Нью Йорк, Берлин, Париж). В период войны 1914—1918 годов эти предприятия развили особенно большую деятельность. В настоящее время они имеют характер пищевых комбинатов, объединяющих хлебопечение, кондитерское, колбасное, молочное производства наряду с изготовлением готовых блюд и полуфабрикатов (в Нью Йорке—Чайльс, в Лондоне—Лайонс, АВС, Слейтер, в Берлине—Ашигер, Кемпвильский). Первая К.-ф. в СССР открыта Всесоюзным паевым т-вом «Нарпит» в Иваново-Вознесенске в 1925 г. с производительностью до 20 тыс. блюд в день. В организации общественного питания К.-ф. играет значительную роль:

вать и эксплуатировать рабочую столовую, М., 1926; Маршак М., Руководство к управлению предприятий общественного питания, М., 1929; Ермаков С. А., Механическая обработка овощей в столовых, Москва, 1925; Алексеева Н., Как организовать общественность вокруг фабрико-кухонь, Москва, 1929; ее же, Уход за машинами в рабочей столовой, Москва, 1926; ее же, Руководство по применению механической картофелечистки, М., 1928; Сицаренко Л. и Тетер Б., Каталог руководств по монтажу и установке механического и парового оборудования в предприятиях общественного питания, Москва, 1929.

**Б. Виленин и М. Маршак.**

**КЪБЕЛЬДАЛЯ МЕТОД**, метод определения азота в органич. соединениях (белковых веществах, продуктах их гидролиза), состоит в том, что азот органич. веществ переводится в аммиак, определение к-рого производится с большой точностью при помощи объемного анализа. По К. м. определенную навеску органич. вещества разрушают к-тами (конц. серной к-той, перманганатом) с прибавле-

нием веществ, контактно ускоряющих сжигание органич. вещества (окись ртути, окись меди, хлорная платина и др.); полученный кислый раствор усредняют и перегоняют с избытком щелочи, а аммиак улавливают титрованной к-той. К. м. обычно применяют при исследовании пищевых и кормовых продуктов; К. м. в чистом виде непригоден для определения азота в форме нитратов, азосоединений и окислов азота, т. к. в этом случае не весь азот органич. веществ переходит в аммиак. Поэтому для определения азота в этих соединениях существует несколько видоизменений К. м. (Вильфарт, Иодльбауер).

*Лит.:* Тредвел Ф., Курс аналитич. химии, т. 2, кн. 1, Весовой анализ, пер. с нем., 2 изд., М.—Л., 1927; «Ztschr. f. analytische Chemie», Wiesbaden, 1883, В. 22, р. 366; Реф. «ЖРХО», 1883, т. 15, вып. 2, стр. 520, 1885, т. 17, вып. 2, стр. 68, 1887, т. 19, вып. 2, стр. 27; «В», 1891, В. 24, р. 3241; 1894, В. 27, р. 1633. **Н. Ельцина.**

**КЮРИ**, единица количества эманации радия, которое находится в состоянии радиоактивного равновесия с 1 г радия-элемента (и соответственно милликюри =  $10^{-3}$  К.,

микрокюри =  $10^{-6}$  К., миллимикрокюри =  $10^{-9}$  К.). Эта единица по постановлению Международного радиол. конгресса в Брюсселе в 1910 г. принята за единицу количества эманации радия. К. содержит  $1,78 \cdot 10^{16}$  атомов эманации радия, весит  $6,52 \cdot 10^{-6}$  г и занимает при  $0^\circ$  и 760 мм давления  $0,66$  мм<sup>3</sup>. Ионизационный ток насыщения, создаваемый одним кюри при полном использовании  $\alpha$ -излучения, равняется  $2,75 \cdot 10^{-6}$  электростатич. единицам. В равновесии с продуктами распада (RaA, RaB, RaC) кюри дает ток насыщения, равный  $6,2 \cdot 10^{-6}$  электростатическим единицам.

Единицей концентрации эманации радия (гл. образ. при измерениях радиоактивности минеральных вод) служит эман, равный  $10^{-10}$  К. на 1 л жидкости или газа. Ныне устаревшая единица концентрации Махе равняется 3,64 эмана. При радиотерапии часто пользуются вместо радия эманацией в запаянных стеклянных капиллярах (кюриотерапия). При этом 1 милликюри по своему действию эквивалентен 1 мг радия.

**В. Баранов.**

**ЛАБОРАТОРИИ**, см. Организация научных исследований и промышленных испытаний.

**ЛАВА**, общее название огненножидких продуктов извержения вулканов. Л. во время извержения имеет  $t^{\circ}$  700—1 200°. По содержанию  $\text{SiO}_2$  Л. делятся на кислые ( $\text{SiO}_2 > 65\%$ ) и основные (40—50%). Первые тугоплавки и следовательно более вязки; при извержении движутся со склонов вулкана медленно и застывают с неровной поверхностью; вторые, наоборот, жидкоплавки, быстро стекают потоками (до 30 км/ч) со склонов, разливаясь иногда на огромные пространства (лавовый покров). Лавы содержат в растворенном виде большие количества паров и газов ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CO}_2$ , Н), которые при застывании или успевают выделиться (плотные Л. типа базальта с уд. в. до 2,95—3,10) или остаются в застывшей Л., придавая ей пористость (пузырчатая Л., пемза). Быстрое застывание на земной поверхности вызывает стекловатую структуру (вулканическое стекло). Л., раздробленные при извержении в песок и пепел и отложенные в окрестности вулкана (напр. в Армении), образуют залежи вулканического туфа. Пемза, туф и пепел имеют промышленное значение (абразивные, строительные породы, гидравлич. добавки). Некоторые Л. кислотоупорны (Сев. Кавказ); они применяются для изготовления химич. аппаратуры.

Лит.: Мушкетов И. В., Физич. геология, т. 1, Л., 1924; Делл Р. А., Магматические горные породы и их происхождение, ч. 2, пер. с англ., М., 1922; Wolff F., Der Vulkanismus, B. 1, Stuttgart, 1914 (наиболее полное изложение курса вулканизма); Вонпеу Т. G., Volcanoes, their Structure a. Significance, 3 ed., L., 1912. **П. Топольничий.**

**ЛАВАНДОВОЕ МАСЛО**, эфирное масло, получаемое из цветов и верхушек стеблей нескольких разновидностей лаванды—*Lavandula vera* (*L. fragrans*, *L. delphinensis*), сем. губоцветных (*Labiatae*), дико растущих на склонах Приморских Альп и разводимых (семенами и черенками) на юге Франции, на севере Италии и в Англии. В переработку идут почти исключительно свежие цветы, т. к. сушка цветов не только снижает выход масла, но и вызывает потерю эфиров (до 10—15%). До последнего времени распространены гл. обр. кустарные способы получения Л. м.—в передвижных маленьких кубах, вмещающих 60—80 кг сырья и обогрева-

емых голым огнем. При этом перегонка длится 1—3 часа и масло получается с меньшим общим содержанием эфиров, но с несколько большим содержанием эфиров масляной к-ты по сравнению с Л. м., получаемым заводским путем. Заводские установки производят отгонку масла в кубах емкостью 300—1 500 л при помощи пара под давлением до 3 атм, получаемого в отдельном парообразователе; в заводских условиях перегонка длится 30—45 мин. В последнее время для производства Л. м. конструируются передвижные установки—небольшие заводы на колесах, иногда с автотягой, состоящие из парового котла и 3—4 кубов, емкостью 300—500 л каждый. Для переработки сырья на месте перегонная установка выезжает к месту сбора или же доставка сырья на завод производится при помощи автотранспорта (за 100—150 км). В зависимости от разновидностей лаванды, условий ее произрастания и способов переработки качество Л. м. сильно варьирует; в особенности различно бывает содержание главной и характерной составной части Л. м.—уксусного эфира линалоола, содержание которого является торговой маркой (50, 45, 40 и 35%). Французское Л. м.—желтовато-зеленая жидкость с запахом лаванды и горького вкуса, с содержанием эфиров 30—50%;  $D_{15} = 0,882—0,896$ ; помимо уксусного эфира линалоола содержит больше или меньше количества его масляного эфира, а также  $\alpha$ -пинен, борнеол, гераниол, нерол, кариофиллен и лимонен. Английское Л. м. отличается малым содержанием эфиров линалоола (5—10%), содержит значительные количества цинеола и поэтому обладает камфорным запахом.

Главным районом производства Л. м. является юг Франции, где ежегодно вырабатывается 120—170 т Л. м.; остальные страны—Италия, Испания, Германия—вырабатывают незначительные количества. Потребность СССР составляет приблизительно 10 т в год. Несмотря на полную возможность разведения лаванды в Крыму и на Сев. Кавказе, до 1923 г. нигде не предпринималось ни опытных ни промышленных работ. С указанного года по инициативе Научного химико-фармацевтического ин-та ВСНХ СССР были поставлены опытные работы, в результате которых с 1929 года в порядке промышленных кон-



трактадий трест ТЭЖЭ и Масложирсиндикат заложили в общей сложности ок. 200 га плантаций. Применяется Л. м. в мыловарении, парфюмерном и косметич. производствах.

Лит.: Клингге А., Лекарственные, душистые и технич. растения, П., 1916; Базаров А. и Монтеверде Н., Душистые растения и эфирные масла, 2 изд., СПб, 1899; Новиков М., Культурные растения, доставляющие ароматические продукты, во Франции, СПб, 1912; R o l e t A., Plantes à parfums et plantes aromatiques, v. 1, P., 1918; L a m o t h e L., Lavande et spic, 2 éd., P., 1908; M o u r g e Ch., La lavande française, Paris, 1923; T o u r n a i r e, La lavande, P., 1920; R o d i e J., La lavande, P., 1929; см. также Эфирные масла.

Б. Рутковский.

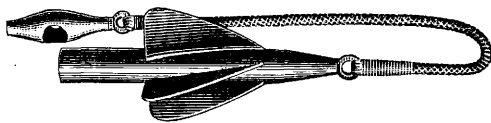
**ЛАВР**, *Laurus nobilis* L., сем. Lauraceae DC., небольшой высоты (4,5—6,5 м) вечнозеленое дерево, произрастающее в Ср. Азии, а в СССР—в западном Закавказьи по Черноморскому побережью в теплой низкой зоне; не поднимается в горы выше 250 м над уровнем моря. Листья Л. содержат ароматич. наркотич. вещества и употребляются в виде приправы к пище, а также в медицине. Древесина Л.—серо-зеленого цвета, отличается твердостью и упругостью, с удельн. в. 0,69—0,75, употребляется на различные мелкие поделки и обладает устойчивым специфич. запахом. Лавровое дерево может размножаться семенами, отводками и черенками. Культура Л. для сбора листьев, имеющих надежный сбыт, должна найти себе широкое распространение на юге СССР. Н. Нобранов.

**ЛАВРОВИШНЕВОЕ МАСЛО**, см. Эфирные масла.

**ЛАВРОВОЕ МАСЛО**, см. Эфирные масла.

**ЛАГ**, прибор для измерения скорости хода корабля и пройденного им пути. Первый по времени прибор этого рода—ручной Л., деревянный сектор, плавающий вертикально в воде и вследствие значительного лобового сопротивления остающийся почти на месте при ходе корабля. От сектора на корабль идет и там накручивается на ручную вьюшку (кагушку) тонкая веревка (лаглинь), разбитая на равной длины отрезки—«узлы», равные 50,67 фт., или  $\frac{1}{120}$  морской мили. Для измерения скорости судна выбрасывают лаг за борт и по числу узлов лаглиня, прошедших через руку наблюдателя в  $\frac{1}{2}$  мин., определяют, с какой скоростью идет корабль.

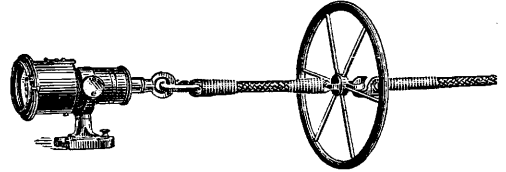
В настоящее время ручной лаг вышел из употребления и заменен механическими лагами, подразделяющимися: 1) на Л. с бук-



Фиг. 1.

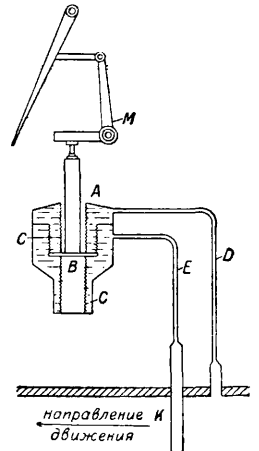
сируемыми вертушками, 2) Л. с вертушками, укрепленными в корпусе корабля, и 3) Л. с мембранами. Наиболее распространенными лагами первой группы являются лаги системы Уоккера (фиг. 1, 2), Нептун и Тридент. Схема действия их: вертушка специальной формы, выпускаемая на лаглине за борт корабля, начинает от движения последнего вращаться. Это вращение передается счетчику, устанавливаемому на борту корабля; скорость корабля  $v_k$  и пройденное им расстояние  $S$  рассчитываются по числу оборотов

вертушки и регистрируются счетчиком. Л. со стационарной вертушкой (группа 2) имеет эту последнюю заключенной в трубку, укрепляемую в днище корабля и выходящую нижним концом наружу; протекающая при ходе корабля через эту трубку вода вращает находящуюся в ней вертушку (пропеллер); по скорости вращения вертушки и определяются  $v_k$  и  $S$ . Наиболее распространенным Л. этой группы является Л. сист. Форбса; относящийся к этой же группе Л. сист. Черникеева имеет вертушку, вращающуюся не



Фиг. 2.

в трубке, а в особой станине. Представителем Л. третьей группы является шведский Л. «Сал» (Sal-log), принцип действия которого следующий. Внутри корабля, ниже ватерлинии (фиг. 3), устанавливают сосуд  $A$ , разделенный на две части перегородкой  $B$  с мехами  $C$ . Верхняя половина сосуда  $A$  соединяется с забортной водой т. наз. статич. трубкой  $D$ , вделанной своим отверстием в корпус корабля заподлицо. Нижняя часть сосуда  $A$  соединяется с забортной водой помощью трубки Пито  $E$ , имеющей в нижней своей части  $K$ , выдающейся на 25 см за борт, отверстие, обращенное на нос. При движении корабля давление в трубке



Фиг. 3.

Пито увеличивается и перегородка (мембрана) получает движение вверх. При посредстве рычагов  $M$  движение перегородки передается стрелке, указывающей скорость хода корабля, которая пропорциональна избытку давления на перегородку. Для учета пройденного пути в этом Л. используется принцип увеличения числа оборотов фрикционного колесика, катящегося по поверхности конуса и перемещающегося от его вершины к основанию.

Трубка Пито должна устанавливаться впереди мидель-шпангоута (преимущественно в диаметральной плоскости) и вблизи оси поворотливости корабля; статический клинкет—впереди или сбоку клинкета Пито, но отнюдь не позади его. Для предупреждения проникновения в трубопровод воздушных пузырьков прибор снабжен специальными воздухоотделителями. Показания механич. Л. при помощи электропередатчиков м. б. переданы в любое место корабля (штурманская рубка, пост управления кораблем и пр.).

Лит.: С а к е л л а р и Н., Описание мореходных инструментов, Л., 1928; П а л е ц к и й П., Лаг Форбса. Описание и инструкция по установке и уходу,

Ленинград, 1925; М а л и н и н Д., Шведский гидравлично-электрич. лаг «Sal-log», «Морской сборник», Л., 1927, 4, стр. 129—135. Н. Мигаловский.

**ЛАГЛЮ** (La Glu), каучукообразная масса в виде пасты из растения *Carpodinus hirsutus*; суррогат каучука; применяется для выработки пластич. продуктов. Добыча в Слоновой бухте (Африка). Вывоз в 1922 г.—26 т, в 1924 г.—176 т, в 1925 г.—485 т.

Лит.: «Gummi-Zeitung», В., 1927, В. 42, р. 2372.

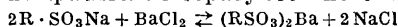
**ЛАДАН**, о л и б а н у м, камедесмола, добываемая из млечного сока растений различных видов *Boswellia*, семейства Burseraceae (Индия, Персия, Аравия). Для получения Л. в стволе дерева весной (февраль—март) делают глубокий надрез, из к-рого постепенно вытекает жидкий млечный сок, на воздухе затвердевающий в округлые зерна слабожелтого цвета с характерным запахом; уд. вес 1,2. Смола, стекающая на землю, дает второй сорт продукта. При растирании с водой ладан частично растворяется, образуя мутную слизеподобную жидкость горького вкуса. Л. содержит: 20—30% камеди, 6—8% бассорина, 50—60% смолы и 3—7% эфирного масла, содержащего Л-пинен, дипентен и фелландрен. Л. служит главн. обр. для ритуальных целей как благовонная курительная смола, а также для приготовления нек-рых фармацевтич. препаратов.

**ЛАКИ**, специальные составы, служащие для покрытия поверхностей различных тел (дерево, металл) с целью предохранения их от внешних влияний и для придания им гладкости и блеска, а иногда и определенного цвета. Лаки представляют собой чаще всего жидкости, состоящие из смол или смолородных веществ, растворенных в каком-либо растворителе; нанесенный на поверхность в виде тонкого слоя жидкий лак застывает, образуя тонкую эластичную пленку, прочно связанную с поверхностью (см. *Покровные лаки*). От п о к р о в н ы х Л. надо отличать т. наз. к р а с и л ь н ы е Л., по существу ничего общего с покровными Л. не имеющие. См. *Лаки красильные*, *Крашение*.

**ЛАКИ КРАСИЛЬНЫЕ**, трудно или совсем нерастворимые в воде производные органич. красителей (см. *Красящие вещества синтетические*). Преимущественно это—соли (бариевые, алюминиевые и др.) органических кислот или соли органич. оснований с дубильной к-той и др. или нерастворимые синтетические органические красители. Л. к. подобно другим искусственным красящим веществам обладают выдающимися красильными свойствами, а также большой интенсивностью и разнообразием оттенков. В текстильном производстве Л. к. применяются для окраски пряжи, тканей и в ситцепечатании, причем они образуются в этом случае на самих волокнах (см. *Крашение и Ситцепечатание*). Большое применение Л. к. имеют в малярном и полиграфич. деле, при крашении и печати обоев, в живописи и т. д. В этих случаях Л. к. применяется гл. обр. в виде *баканов* (см.), где для лучшего использования красящей способности красителя применяют нек-рые минеральные вещества—с у б с т р а т ы (бланфикс, глинозем и др.). В зависимости от субстрата Л. к. дают непрозрачные, кроющие краски (с бланфиксом) или прозрачные краски (с гидратом глинозема).

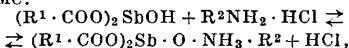
Первоначально для получения Л. к. применялись б. ч. естественные красящие вещества животного и растительного происхождения (кармин, сеция, гуммигут, камеш, индиго, крап, желтое дерево). В настоящее время для синтеза Л. к. применяют большинство основных красителей (аурамин, хризоидин, родамин, фуксин, метиленовый синий и другие), субстантивные азокрасители (анил-прочноалый 4БС, анил-коричневый ДЗГ, анил-темнозеленый 2В и др.), многие кислотные азокрасители и трифенилметановые красители (метиленовый желтый, пунцовый, щелочной голубой и др.), фталениновые красители (эозин, эритрозин и друг.), оксихинонные (ализарины), кубовые (индиго и индантрены), нерастворимые азокрасители и др. Эти красители по практич. переработке в Л. к. и по строению последних можно разделить на три группы: А) красители, растворимые в воде, Б) трудно растворимые в воде, В) нерастворимые в воде.

А. Из красителей, растворимых в воде, Л. к. образуются осаждением хлористым барием (субстантивные азокрасители, нитро-, азо- и трифенилметановые кислотные красители), свинцовыми солями (фталениновые красители) и таннином, рвотным камнем, катанолом или закрепителем Т (основные красители). Т. о. полученные осадки Л. к. представляют молекулярные соединения красильных к-т или оснований с тяжелым металлом или таннином. Л. к. кислотных красителей образуются по схеме:

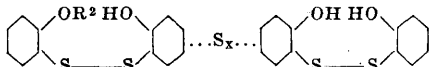


или

$2R \cdot COOH + (CH_3COO)_2Pb \rightleftharpoons (R \cdot COO)_2Pb + 2CH_3COOH$ , где R—анионы кислотных красителей. Лаки основных красителей сложнее, т. к. катион основного красителя дает с осадителями, в зависимости от условий осаждения, несколько соединений определенного состава, наприм. с таннином и рвотным камнем—по схеме:



с закрепителем Т (см. *Дисидифенилсульфид*) по схеме:

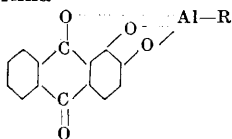


(R<sup>1</sup>—анион таннина, R<sup>2</sup>—катион основного красителя). Т. о. красители первой группы образуют лаки путем обменной химич. реакции, присоединяя в одном случае основание осадителя, в другом—к-ту осадителя. Практически для получения лака при помощи хлористого бария осаждением на субстрате нужны например следующие количества ингредиентов: 10 кг сернокислого глинозема (18% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 5 кг соды кальцинированной, 2—5 кг красителя (кислотного) и 15 кг или более хлористого бария.

Для получения основных лаков на субстрате нужны: 10 кг сернокислого глинозема (18% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 5 кг соды кальцинированной, 2 кг красителя (основного), 2 кг таннина и 1 кг рвотного камня. Получение основных Л. к. на текстильных волокнах и свойства основных лаков—см. *Крашение*. Л. к. кислотных красителей имеют удовлетвори-

тельную прочность к свету. Л. к. основных красителей непрочны к свету.

Б. К. красителям, трудно растворимым в воде, относятся протравные красители и часть азокрасителей. Ализарины и другие протравные красители осаждаются металлами (Al, Fe, Cr и др.) в виде солей слабых органич. к-т, легко гидролизующихся, а также в виде гидратов оксидов этих металлов. Существенную роль при лакообразовании играют и соли высших жирных к-т (см. *Ализариновое масло*). Эти красители дают с указанными солями солеподобные соединения, близкие по свойствам к внутренним комплексным солям с циклич. группировками типа



где алюминий связан как главным, так и побочными валентностями, образуя замкнутые кольца. Эти соли отличаются нерастворимостью, постоянством состава, большой прочностью и яркостью цвета. Рецепт для получения ализаринового лака на субстрате следующий: 50 кг серноокислого глинозема (18%  $Al_2O_3$ ), 25 кг соды кальцинированной, 4 кг фосфорнокислого натрия, 7 кг хлористого кальция, 50 кг ализарина, 15 кг ализаринового масла; осаждение продолжается 2 ч. О получении ализариновых лаков на волокне см. *Крашение*. Трудно растворимые азокрасители (литолевые, гелиокрасители и др.) осаждаются хлористым барием подобно красителям первой группы. Они дают яркие и достаточно светопрочные лаки для полиграфич. и малярных красок. Рецепт для получения литолевых лаков на субстрате следующий: 100 кг тяжелого шпата, 20 кг красителя, 5 кг хлористого бария; осаждение происходит на-кипу.

В. К. красителям, нерастворимым в воде, относятся очень важные по своим свойствам, особенно по светопрочности, красители разнообразного химического характера: индиго, индантрены, нерастворимые азокрасители, лаковые, ганза, литолевые прочные, аутолевые, пигментные и т. п. нерастворимые в воде красители, выпускаемые обычно в пасте; из них получают лаки механич. смешиванием с субстратом, напр.: 100 кг тяжелого шпата и 15 кг ганза-желтого 9 в пасте растирают на бегунах до однородной смеси. Осаждение Л. к. производят в деревянных чанах с механич. мешалками. Лак отжимают на фильтр-прессах и, если необходимо, высушивают на обычных сушильках током горячего воздуха.

Лит.: Шапошников В. Г., *Общая технология волокон и крас. веществ*, 2 изд., Москва—Киев, 1926; Георгиевич Г. и Гранмужен Е., *Химия крас. веществ*, 3 изд., М., 1922; Липатов С. М., *Коллоидно-химич. основы крашения*, Изд.-Вознесенск, 1929; Сазанов П., *Изв. текст. пром.*, М., 1926, 2; Филиппов Н. и Воронков Б., там же, 1926, 6; Викторов П. и Пономарев, К вопросу влияния анионов протрав на оттенок красного ализаринового лака, там же, 1927, 21—22; Zerr G. u. Rübensampr R., *Handb. d. Farbenfabrikation*, 3 Aufl., B., 1922; Weichelt A., *Buntfarber-Fabrikation*, 3 Aufl., B., 1927; Wagner H., *Die Körperfarben*, Stg., 1928; Rowe F., *Colour Index*, N. Y., 1924.

В. Абозин.

**Краплак**, гарансовый лак, солеобразные соединения красящих веществ марены, а также синтетич. ализарина и его гомологов с глиноземом, дающие прозрачные краски глубоких, гл. обр. розовых, красных и пурпурных тонов. Исходным материалом для краплака служит крап—измельченные корни и корневища марены (см. *Красящие вещества естественные*).

Производство краплака связано с получением различных препаратов крапа (см. *Ализарин, Ализариновый лак*): 1) краповый цвет, получаемый обработкой при обыкновенной  $t^\circ$  размолотых корней в слабо подкисленной серной к-той воде, после чего они прессуются, высушиваются и размалываются; 2) гарансин, или краповый уголь, получаемый нагреванием в течение нескольких часов при  $100^\circ$  непросушенного крапового цвета с конц. серной кислотой, после чего продукт отмывается водой и просушивается; содержание красящего вещества повышается в нем сравнительно с краповым цветом в 4—6 раз, но краска менее прочна и при фиолетовом цвете—хуже; 3) гарансе выделяется непосредственно из крапа, уже использованного на крашение, процессом, подобным предыдущему; содержит гл. обр. пурпурин, образующийся из псевдопурпурина, осажденного известью из промывных вод; 4) пинкоффин (так наз. рыночный ализарин), получаемый из гарансина нагреванием его до  $150$ — $200^\circ$ , отчасти разрушающим пурпурин; обладает меньшей красящей способностью, чем гарансин, но дает прекраснейший фиолетовый тон; 5) краповые экстракты—препараты, получаемые извлечением и концентрацией красящих веществ крапа в их естественном соотношении; из корней извлекается (серной кислотой при 12-часовом нагревании при  $40^\circ$ ) краситель, к-рый от дальнейшего кипячения выделяет т. наз. зеленый ализарин; 6) колорин, получаемый экстракцией спиртом с последующим выпариванием до сухости из гарансина; 7) азале—подобный же древесно-спиртовой экстракт из крапа. Процесс образования краплака состоит в соединении красящих веществ указанных препаратов, главн. обр. гарансина, с глиноземом, причем тон получаемого продукта в сильной степени зависит также от ничтожных примесей железа в растворе и от присутствия кальциевых солей (напр. в жесткой воде). Как нормальную схему рецепта для образования краплака, сохраняющую силу по отношению ко всем антрахинонам, Г. Вагнер предлагает следующий раствор: 100 л серноокислого алюминия 1 : 10; 50 л кальцинированной соды 1 : 10 (разбавленной 500 частями воды); 30 л хлористого кальция 1 : 10; 20 л фосфорнокислого натрия 1 : 10; 200 л красителя в виде теста, смешанного с 40 л 50%-ного красного турецкого масла 1 : 5. Смесь из всех составных частей разбавляют до 5 000 л, медленно нагревают до кипения, кипятят в течение 6 часов с добавлением воды или 1 часа в автоклаве при давлении 3 atm. Кроме алюминия в качестве протравы для лака могут применяться: железо (дающее фиолетовый и вообще темные тона), хром, медь и олово. Т. н. кристаллизован-

ный краплак представляет темнокрасные блестящие пластинки. Обезвоживая обычный краплак нагреванием до 150—160°, получают т. н. жженый краплак, причем цветовой тон смещается в сторону фиолетового конца спектра. Особую группу краплака представляют т. н. лаки Роберта, процесс производства которых держится в секрете. В краплак вводятся также для изменения цветового тона и для фальсификации различные примеси: в розовые и красные—лаки кошенили, лаки пернамбукowego дерева, эозин, сафранин; в фиолетовые или черные—лаки кампешового дерева, фиолетовый анилин и т. д.; все эти примеси обладают меньшей светостойкостью, чем настоящий краплак, и потому они безусловно нежелательны.

Краплак представляет твердое тело; уд. в. 1,99; в виде масляной краски он еще легче; все виды краплака отличаются выдающейся прозрачностью и прочностью в отношении воды, спирта, масла, пыли и (до известной степени) извести. В отношении к свету сравнительно с другими органич. красками они показывают значительную степень стойкости. Краплак относится к числу лучших по силе и чистоте тона красных красок; применение его чрезвычайно широко, главн. обр. в живописи—масляной и акварельной—и в бумажной промышленности. Особенно важно применение краплака при производстве светостойких обоев и цветной бумаги, в производстве темперы, пастели, для работ малярных, отделочных, живописных и для печати, в особенности трехцветной, где ценна прозрачность краплака. Из краплака и свинцового сурика изготовляется т. н. постоянная красная.

Лит.: Петрушевский Ф., Краски и живопись, 2 изд., СПб, 1901; Рерберг Ф. И., Краски и другие художественные материалы, М., 1905; Гергиевич Г. и Гранмужен Е., Химия красящих веществ, 3 изд., М., 1922; Wagner H., Die Körperfarben, p. 258, 286, 324, Stg., 1928; Jennison F. H., The Manufacture of Lake Pigments from Artificial Colours, L., 1920; Cajal H., «Z. ang. Ch.», Lpz., Jg. 24, p. 793; Wiesner J., Die Rohstoffe d. Pflanzenreichs, 4 Aufl., B. 1, p. 230, 239, 376, Lpz., 1927; Brigg P., Die chemische Erforschung d. Naturfarbstoffe, Braunschweig, 1921; Perkin A. G. a. Everest A. E., The Natural Organic Colouring Matters, L., 1918.

П. Флоренский.

**ЛАКИРОВКА**, отделка (в некоторых производствах) готовых изделий путем нанесения на их поверхность специального лака (см. *Покровные лаки*). Назначение лакировки заключается, с одной стороны, в защите изделий от разного рода неблагоприятных внешних влияний—сырости, окисления, пыли и т. п., а с другой,—в придании изделиям приятной для глаза внешности. В отдельных случаях Л. преследует узко технические цели: изоляция электропроводов (см. *Изоляционные лаки*), воздухо непроницаемость оболочек аэростатов и дирижаблей (см. *Аэролаки*), водонепроницаемость и кислотостойкость различных изделий, нанесение на стекло и материи прозрачных, устойчивых в отношении тепла, воды и атмосферных влияний оболочек (см. *Водонепроницаемые ткани*) и т. д. Лакированная поверхность в подавляющем большинстве случаев имеет стекловидный, зеркальный блеск, хотя в некоторых случаях ее делают матовой приме-

нением специальных так наз. матовых лаков или посредством особых приемов обработки уже покрытой лаком поверхности. В зависимости от характера требуемой отделки и материала, из которого приготовлено изделие, при лакировке пользуются той или иной группой лаков.

Выбор лака играет очень важную роль при Л. независимо от самого способа покрытия поверхности лаком. Так напр. при Л. деревянной мебели, внутренней (декоративной) отделке зданий, полов и т. п. работах употребляются жирные масляные лаки. Масляные лаки медленно сохнут, почему часто для ускорения срока сушки к ним прибавляют *сиккативы* (см.). Наносятся масляные лаки обычно кистью от руки, после предварительной подготовки покрываемой поверхности древесины.

Подготовка заключается в грунтовке клеем или мастикой, в протравлении (пропитке) поверхности прозрачными красками, в шлифовке и затирке сосудов древесины, главн. образом при помощи крахмальной замазки для заполнения пор, либо в окраске дешевой древесины мягких пород масляными минеральными непрозрачными красками. Если масляной краской предварительно покрывается металл, то для окончательной его отделки также с успехом применяют масляные лаки. Для повышения качества Л. лак последовательно наносят два или три раза после высыхания предыдущего слоя и шлифовки его стеклянной шкуркой (№ 0 и 00) или порошком пемзы. Шлифовка наведенного и просохшего слоя лака производится или от руки или при помощи специальных дисковых шлифовальных станков; после этого поверхность начисто протирают сухой тряпкой (лучше льняной) и вторично мягкой и плоской кистью наносят от руки следующий слой лака.

К недостаткам Л. при помощи масляных лаков относятся: а) сравнительно медленное просыхание лакированной поверхности (до 48 ч. в сушильной камере при  $t^{\circ}$  30—40°); б) значительная густота масляных лаков и повышение их вязкости с понижением  $t^{\circ}$ ; с этим явлением можно бороться или нагревая лак до темп-ры 30—50° или разжижая его такими растворителями, как скипидар, бензин и т. п., причем следует отметить, что скипидар уменьшает блеск лака; в) сравнительно малая прочность покровной пленки, особенно при употреблении «тощих» лаков. Жирные лаки дают более прочную и эластичную пленку. В промышленности покрытие изделий масляными лаками часто производят при помощи макания или погружения изделия в жидкий раствор лака и предварительной обсушки изделия над ванной, давая стечь излишкам лака, перед помещением изделия в специальное сушило до полного высыхания. Этот способ применяют в тех случаях, когда изделия имеют удобообтекаемую форму. Кроме макания как способа Л. применяется еще распыление, или пульверизация, когда лак подается сжатым воздухом к наконечнику пистолета-пульверизатора и выбрасывается оттуда в распыленном состоянии в виде конуса покрытия, который и направляют от руки или установкой на по-

верхность лакируемого изделия. Успех пульверизационных работ зависит прежде всего от качества (вязкости) лака, а главное от умелого подбора наконечника, т. е. размера отверстия и формы «конуса» покрытия (см. *Аэрографный способ расцветки и Бочка металла*).

Пульверизатор (фиг.) состоит из рукоятки пистолетной формы, сквозь которую проходит по трубке 1 сжатый воздух от компрессора (2—5 atm). Сжатый воздух проходит в наконечник пульверизатора только при нажатии курка 2, который открывает воздушный клапан 3. Упорный винт 4 регулирует количество сжатого воздуха, подаваемого к наконечнику. Воздух сначала проходит самостоятельно каналами А и В, откуда попадает в кольцевой канал насадки 5 и, смешиваясь с лаком, выбрасывается наружу через отверстие С. Лак либо наливают в монжку 6 либо подают гибким рукавом, навинчивающимся на канал-трубку 7, из резервуара, стоящего на высоте или герметически закрытого и находящегося под давлением. Установка для пульверизации состоит: а) из компрессорной установки б. ч. передвижного типа на тележке с электромотором, б) воздушного аккумулятора для выравнивания давления, в) воздушного трубопровода, г) резервуара для лака с трубопроводом при нем, д) вытяжных шкафов с вентиляционной установкой и е) лакоуловителей. Этот способ покрытия очень прост, особой квалификации от рабочего не требует кроме аккуратности и внимания и по сравнению с покрытием кистью дает лучшие результаты в смысле однородности и толщины лаковой пленки. Неудобства этого способа заключаются гл. образ. в необходимости быстро и тщательно удалять излишнюю лаковую пыль, несущуюся в воздухе, для чего сконструировано несколько типов вытяжных шкафов. Наилучшими из них считаются те, к-рые дают возможность обслуживать лакировочный аппарат, находясь вне камеры, и имеют вращающуюся платформу, на к-рой устанавливаются лакируемые изделия. Обмен воздуха в камере д. б. не менее 30—35 раз в час. Расход лака при пульверизации бывает несколько выше, чем при Л. кистью вручную, при одинаковой толщине слоя примерно на 15—20%; однако этот излишний расход целиком окупается повышением производительности труда (в 5—10 раз), удобством в обслуживании и возможностью при лакоуловителях вернуть потери обратно (до 90%).

Для определения расхода лака и времени покрытия поверхностей пульверизатором имеются готовые номограммы, при посред-

стве к-рых можно определить расход лака и время покрытия, зная давление воздуха, размер отверстия наконечника и консистенцию лака. Для обеспечения чистоты работы необходимо соблюдать требования тщательной очистки поверхности изделия от пыли, жирных пятен и грязи. Не менее важное влияние оказывает чистота сжатого воздуха, почему последний необходимо фильтровать после компрессии. В зависимости от характера и размера покрываемых лаком поверхностей форму вытяжных шкафов, число и расположение пульверизаторов и способ покрытия изменяют и приспособляют по месту работ. Расход воздуха на один наконечник равен  $0,02 \text{ м}^3/\text{сек}$  на  $1 \text{ см}^2$  отверстия. Потребная мощность на один наконечник равна от 0,6 до 1,1 HP в зависимости от размера наконечника. Так например при расчете кольцевого отверстия с площадью сечения равной  $0,0475 \text{ см}^2$ , согласно этих данных получаем расход воздуха  $\sim 3,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ , с затратой удельной мощности 0,65 HP; потребная мощность на один наконечник с учетом КПД компрессорной установки выражается, по данным з-да им. С. Халтурина в Ленинграде,  $\sim 1,0 \text{ HP}$ . При нескольких наконечниках учитывается коэффициент одновременности. Расход воздуха снижается до  $3,0 \text{ м}^3/\text{ч}$  и расход энергии падает до 0,75 HP.

Лакоуловители представляют собою железные баки, наполненные водой и поставленные на пути струи воздуха, насыщенного лаком, с расширителем воздухохода. Потеря в скорости воздуха при ударе о поверхность воды заставляет подвешенные в воздухе частицы лака падать на воду и накапливаться слоем на поверхности воды. Лак периодически собирают, перерабатывают и утилизируют, подмешивая к свежему лаку.

В процессе Л. погрузке в лак и пульверизация сравнительно легко поддаются механизации. Особенно удачен способ подвешивания изделий на крюки бесконечного транспортера однорельсового типа, проходящего последовательно через камеры махания или пульверизационные кабины, а затем через сушила. Два последних способа Л. употребляют также при окраске, эмалировке и вообще в аналогичных процессах покрытия изделий разного рода жидкостями.

Скипидарные лаки очень успешно конкурируют при разного рода лакировочных работах с масляными лаками, т. к. дают красивую поверхность и вместе с тем более прочную пленку, чем напр. спиртовые лаки. Недосток их, как и масляных лаков, в несколько медленной сушке. Кроме того скипидарные пары вредно действуют на здоровье работающих, почему требуют устройства усиленной вентиляции. Применяют скипидарные лаки при Л. главным образом дерева и металла (асфальтовые лаки).

Бензиновые лаки имеют в промышленности очень широкое и разнообразное применение главн. образом благодаря свойствам растворителя (бензин, бензол), обладающих прекрасными кроющими свойствами, способностью высыхать в сравнительно непродолжительное время и образуют прочные пленки. Особенно часто употребляются при лакировке металлов, кож, соломки.

Спиртовые лаки, особенно шеллачные, широко применяются при Л. древесины вручную, причем лак наносится при помощи тампона, сделанного из шерстяной ваты и обернутого в льняную тряпку. Шеллак очень боится быстрого повышения  $t^\circ$  при сильном трении и жухнет. Получаются также матовые пятна при протирании слоя лака льняным маслом. Последнее подливают в очень ограниченном количестве в процессе Л. на тампон для достижения большей равномерности лакового слоя. Л. спиртовыми лаками производят (при высоких по качеству работах) в несколько слоев с последующей шлифовкой слоя пемзой. Л. ведется полосами и в одной направлении в отличие от полировки, которая ведется круговыми движениями тампона по поверхности и со слабым нажимом. Спиртовые лаки также вполне удачно наносятся волочением и пульверизатором. Наносят спиртовые лаки также кистью вручную или наливом, напр. в фотографик. деле.

Целлюлозные лаки (см.) употребляются для покрытия дерева, металла, автомобилей, оптических инструментов и аппаратов, кожи, для изоляции проводов, аппретирования тканей для летательных аппаратов и т. п. (см. *Ацетицеллюлозный лак* и *Аэролаки*). Преимущества этой группы лаков заключаются в большей их устойчивости, твердости, эластичности и прочности пленки. Эта группа лаков также может наноситься от руки кистью (аэролаки), погружением, пульверизацией и волочением (карандашное производство), когда на окрашенные матовые лаки наносится бесцветный лак, дающий блестящую, весьма устойчивую на влажность пленку. Волочительный аппарат представляет собою металлический бак, снабженный двумя сквозными симметрично расположенными отверстиями с направляющей между ними. В отверстие вставляются мундштуки из войлочных колец, снимающие излишки лака при прохождении карандаша через бак непрерывно один за другим, что препятствует вытеканию лака из бака. Необходимым условием хорошей лакировки является чистый от пыли воздух, почему лакировочные отделения строятся изолированно от других цехов и имеют особую приточно-вытяжную вентиляцию, где воздух, прежде чем попасть в помещение лакировочной, тщательно фильтруется при помощи либо т. н. пыльных камер либо масляных фильтров (последние лучше). Сушильни для лакированных изделий располагаются в последовательности технологич. процесса также в помещении лакировочного отделения.

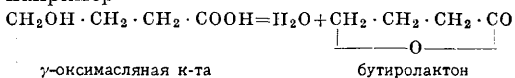
Лит.: Боттлер М., Производство лаков и олифы, перевод с нем., 2 изд., М., 1926; Жирмушкин И. С. С., Искусственный шелк, прозрачные кинематогр. пленки и целлюлозные лаки из нитро- и ацетицеллюлозы, Л., 1929; Киселев В. С., Краски, масла и лаки, 2 изд., Л., 1926; Михайлов В. Н., Пневматич. окраска и лакировка деревян. изделий с помощью пульверизации, Л., 1930; Andès L. E., Prakt. Rezeptbuch f. d. ges. Lack- u. Farbenindustrie, 3 Aufl., W.—Lpz., 1922. **М. Квятковский.**

**ЛАКМУС**, широко применяемый химич. индикатор, красящее вещество естественно-происхождения, получаемое путем длительной обработки лишайников *Roscella* или *Lesanoga* водным раствором аммиака и угле-

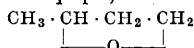
кислых щелочей. Химич. природа Л. еще не выяснена, равно как и родственного ему красящего вещества—орсейля, или персио, получаемого аналогичной, но менее длительной обработкой тех же лишайников. Продажный Л. представляет собою смесь различных, преимущественно четырех, красителей, различающихся между собою по степени растворимости в спирте и воде и по цвету их щелочных солей. Наиболее важная составная часть Л.—азолитмин—содержит кроме С, Н и О также и N, в то время как другие составные части—эритролитмин, эритролеин и спаниолитмин—N не содержат. В продажу Л. поступает в виде кубиков или зерен и содержит кроме указанных выше красителей также минеральные примеси: гипс, мел, известь и т. п. Для получения чувствительного индикатора продажный Л. экстрагируют спиртом; при этом получается нерастворимый в спирте азолитмин, к-рый растворяют в воде и, по выпаривании раствора досуха, подвергают повторным обработкам спиртом, подкисленным уксусной к-той, до прекращения окрашивания спирта. В остатке получается чистый Л., дающий с водой фиолетовый раствор, к-рый от действия щелочей приобретает синий, а от действия к-т—красный цвет, на чем и основано его применение как индикатора, в виде раствора (т. н. лакмусовая настойка) или реактивной бумаги. Л. применяется также в бактериологич. практике для распознавания некоторых видов бактерий и в пищевой промышленности—для подкраски вин, ликеров, сыра и т. п.

Лит.: Купе Н., Chemie d. natürlichen Farbstoffe, T. 1—2, Brschw., 1900—09.

**ЛАКТОНЫ**, циклич. сложные, т. н. «внутренние» эфиры, образующиеся из одной молекулы  $\gamma$ -или  $\delta$ -оксикислоты (в  $\gamma$ -оксикислотах атомы углерода, связанные с карбоксилем и гидроксилом, разведены двумя углеродными атомами; в  $\delta$ -оксикислотах—тремя) отнятием одной молекулы воды; поэтому Л. называют также внутренними ангидридами; выделение воды происходит за счет гидроксильной и карбоксильной групп, например



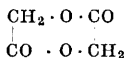
$\gamma$ -Оксикислоты—очень нестойкие соединения и известны лишь в виде солей; при выделении их из солей они дают Л.; обычно Л. получают кипячением водных растворов солей  $\gamma$ - и  $\delta$ -оксикислот с разбавленной серной к-той. Л.—вещества нейтрального характера, бесцветные жидкости или легкоплавкие кристаллические вещества, перегоняющиеся без разложения; при действии щелочей они дают соли, а при действии аммиака—амиды оксикислот. Из жирных лактонов наиболее известны: **бутиролактон** (строение его см. выше)—жидкость с  $t^\circ_{\text{заст.}} -42^\circ$  и  $t^\circ_{\text{кип.}} 204^\circ$ ; его удельный вес 1,29; хорошо растворим в спирте и эфире; **валеролактон**



получается восстановлением левулиновой к-ты; жидкость с  $t^\circ_{\text{заст.}} -31^\circ$  и  $t^\circ_{\text{кип.}} 206^\circ$ , удельн. в. 1,072. Из ароматич. Л. наибольшее

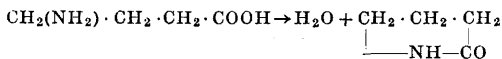
значение имеет *кумарин* (см.), Л. кумариновой кислоты.

При выделении двух частиц воды из двух частиц оксикислоты (карбоксильная группа одной частицы конденсируется с гидроксильной группой другой частицы) получают двумолекулярные ангидриды замкнутого строения—т. н. *лак т и д ы*; напр. гликолевая к-та,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \cdot \text{COOH}$ , образует лактид—г л и к о л и д

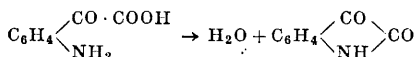


служащий исходным материалом для получения т. н. гликолевых смол.

Соответственно  $\gamma$ -оксикислотам  $\gamma$ -аминокислоты, теряя воду, дают ангидридные производные, т. н. *лак т а м ы*; напр. из пиперидиновой к-ты ( $\gamma$ -аминомасляной) получается лактам—п и р о л и д о н



Из ароматических лактамов известен *из а т и н*—лактам изатиновой к-ты



По строению лактамы близки к *имидам кислот* (см.).

Н. Ельцина.

**ЛАМИНАРНОЕ И ТУРБУЛЕНТНОЕ ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ**, два рода движения воды в природе: слоистое, скользящее, когда отдельные струйки текут параллельно, и вихревое, винтообразное (см. *Вихревая теория*).

В прямолинейном канале или в прямолинейной трубе ламинарное движение характеризуется совершенно прямолинейным направлением отдельных струек; при встрече с препятствиями рассматриваемое движение происходит также вполне равномерно—путем слоистого обтекания этих препятствий. Средняя скорость ламинарного течения воды пропорциональна пьезометрич. падению. Вода движется ламинарно лишь в том случае, если стенки водоводов совершенно гладкие и ровные, если скорость течения воды незначительна и размеры трубопровода или канала малы. Переход одного рода движения в другое происходит мгновенно при некоторой критической скорости, зависящей от состояния воды и от размеров водовода. Чем больше диаметр трубопровода или чем больше глубина воды в канале, чем теплее вода и больше давление, тем меньше эта критич. скорость, варьирующая в пределах от 0,004 до 0,05 м/сек. По ур-ям Навье (см. *Гидродинамика*) можно выражение  $\frac{\gamma}{g} v_x \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2}$  принять за показатель сил ускорения, а выражение  $\eta \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2}$  за показатель сил трения, причем в этих выражениях означают:  $\gamma$ —вес единицы объема воды,  $g$ —ускорение силы тяжести,  $v_x$ —скорость в направлении  $x$ ,  $\eta$ —вязкость воды, зависящая от темп-ры  $T$  и равная, по Пуазейлю, в  $\text{г} \cdot \text{сек}/\text{см}^2$ :

$$\eta = \frac{0,0001814}{1 + 0,0337T + 0,00022T^2}$$

Если обозначить через  $a$  нек-рое измерение водовода, наприм. диаметр трубопровода или

глубину канала, а через  $v_m$ —среднюю скорость сравниваемых течений воды, то величина  $\frac{\gamma}{g} v_x \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2}$  изменяется как  $\frac{\gamma}{g} \cdot \frac{v_m^3}{a}$ , а величина  $\eta \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2}$  как  $\eta \frac{v_m}{a^2}$ , и оба сравниваемые течения воды механически подобны, если

$$\frac{g \frac{v_m^3}{a}}{\eta \frac{v_m}{a^2}} = \frac{\gamma v_m^2}{g \eta} = E = \text{Const},$$

где число Рейнольдса  $E$ , характеризующее критич. скорость движения воды, варьирует в трубопроводах в пределах от 180 до 2000 и в трубчатых каналах в пределах от 144 до 900. Ниже меньших из указанных пределов возможно только ламинарное движение воды, а выше больших—только турбулентное. В пределах чисел Рейнольдса могут встретиться оба рода движения.

Для ламинарного движения воды скорость  $v_x$  (в см/сек) в расстоянии  $x$  от оси трубы выразится, по Стоксу, ур-ием:

$$v_x = \frac{w}{4\eta l} (r^2 - x^2),$$

где  $w$ —сопротивление движению воды в трубах в  $\text{Д}/\text{см}^2$ ,  $l$ —длина трубы в см,  $r$ —радиус трубы в см,  $\eta$ —коэффициент вязкости в  $\text{Д} \cdot \text{сек}/\text{см}^2$ . Конечные точки скоростных векторов в рассматриваемом поперечном сечении трубы лежат на параболе вращения с вершиной на оси. Средняя скорость

$$v_m = \frac{wr^2}{8\eta l};$$

максимальная скорость

$$v_{max} = \frac{wr^2}{4\eta l}.$$

Из сопоставления последних двух ф-л видно, что средняя скорость по величине вдвое меньше наибольшей скорости. По опытам Пуазейля и по теории Хагенбаха (Hagenbach) сопротивление

$$w = 981 \rho h_w = 8\eta \frac{lv}{r^2},$$

где  $\rho$ —плотность жидкости в  $\text{г}$ -масса/см<sup>3</sup> и  $h_w$ —потеря напора в см водяного столба.

Турбулентное движение воды характеризуется эллипсообразной линией, сплюсненной в вершине. При той же средней скорости  $v_m$  максимальная скорость  $v_{max}$  при турбулентном движении по величине значительно меньше максимальной скорости при ламинарном движении. Наименьшая скорость  $v_{min} \approx 0,5 v_{max}$ . При достижении скоростью некоторого предела  $v_g$  сопротивление становится пропорциональным второй степени скорости. Скорость эта, будучи в 50 до 100 раз больше нижнего предела ее, при котором сопротивление еще пропорционально первой степени скорости, равна, по опытным данным

$$v_g = \frac{\lambda}{\sqrt{2r}} \cdot \frac{\eta}{\rho},$$

где  $\lambda$ —коэффициент трения. При  $v > v_g$  сопротивление

$$w = a \rho \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v_m^2}{2},$$

где  $a$ —коэффициент, определяемый опытным путем, а  $d$ —диаметр трубопровода.

По опытам Вильямса (Williams), Хуббеля (Hubbell), Миллса (Mills), Белазиса (Bellasis) и др. средняя скорость

$$v_m = \beta v_{max},$$

где  $\beta$ —коэф-т, варьирующий в пределах от 0,75 до 0,89 в зависимости от  $v$  и  $d$  и материала труб.

Лит.: Брилинг С. Р., Пособие для проектирования и расчета водопроводных линий и городских сетей, 2 изд., М., 1930; Poiseuille J., Recherches experimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très petits diamètres, «CR», 1842; Reynolds O., «Philosophical Transactions of the Royal Society of London», L., 1883; Forchheim er Ph., Grundriss d. Hydraulik, 2 Aufl., Leipzig, 1926; Barnes H. T. a. Coker E. G., «Proc. of the Royal Society of London», L., 1905; Hagen G., «Sitzungsberichte d. Preuss. Akad. d. Wiss.», B., 1854; Schoklitsch A., Die Bewegungsweise d. Wassers in offenen Gerinnen, «Schweizerische Bau- u. Holzarbeiterzeitung», Zürich, 1922; Brabée K., «Gesundheits-Ingenieur», München, 1913; Schoklitsch A., Der Wasserbau, Wien, 1930; Hruschka A., Druckrohrleitungen der Wasserkraftwerke, Wien, 1929.

С. Брилинг.

**ЛАМПА ЭЛЕКТРОННАЯ** (иначе—катодная, термионная, также—трубка катодная, электронная или термоэлектронная; вентиль катодный, электронный или термоэлектронный, реле катодное, электронное или термоэлектронное)—бесвоздушный стеклянный (реже металлический, очень редко кварцевый) сосуд с двумя, тремя и более изолированными друг от друга электродами, из к-рых один катод (см. Катод электронной лампы), всегда могущий накаливаться извне до значительной  $t^{\circ}$ . Другими электродами являются: анод (см. Анод электронной лампы) и сетка; их бывает от 1 до 3. По количеству электродов Л. э. разделяются на дн-оды (иначе—кенотроны, см.), или двухэлектродные Л. э., т р и оды—трехэлектродные лампы — и многоэлектродные лампы (например пентоды).

**Общие сведения.** Катод испускает под действием высокой  $t^{\circ}$  электроны, притягиваемые к аноду, к-рому сообщен положительный (относительно катода) потенциал (анодное напряжение, см.)  $V_a$ . Сетка (управляющий электрод)—решетчатый электрод, помещаемый на пути электронов и задерживающий лишь малую часть их, получает потенциалы  $V_g$  того или иного знака (от принимаемых сигналов с антенны, с телефонной линии, из цепи анодного тока другой или той же самой Л. э.) и соответственно величине и знаку изменений  $\Delta V_g$  вызывает изменения  $\Delta I_a$  текущего на анод тока  $I_a$ . Так обр. Л. э. получает возможность выполнять функции: 1) усиления слабых электрич. импульсов, 2) выпрямления (детектирования) переменных токов до весьма высоких угловых частот  $\omega$  и 3) генерирования переменных токов (электрич. колебаний) от весьма малых до весьма больших  $\omega$ . Так как единственными движущимися частями в Л. э. являются электроны, то Л. э. выполняет указанные функции с несравненно большим совершенством (безинерционность до очень больших  $\omega$ ), чем всякое иное реле, основанное на перемещениях молярных контактов (реле электромагнитное, микрофонное, жидкостное и т. д.). Эти свойства

ныне сделали Л. э. совершенно необходимым прибором в радиотехнике (см. Беспроволочная связь) и весьма ценным в целом ряде других отраслей техники, а также в медицине.

Первый патент на Л. э. принадлежит Флемингу (1904 г.),—его двухэлектродная Л. э. со сравнительно большим содержанием газа (вентиль Флеминга) применялась как детектор. В 1905 г. Ли де-Форест ввел в Л. э. сетку. Неустойчивость работы первых Л. э. вследствие сравнительно малого разрежения газа (азота) препятствовала их прокиновению в технику, хотя усиительное действие (Либен, 1913 г.) и обратная связь (Мейснер, 1912 г.) были получены впервые с такими газовыми лампами (Л. э. Либен-Рейса). Дальнейшее усовершенствование вакуум-техники (Геде, Лангмюр) привело около 1914 г. к современному типу пустотной Л. э., с того времени подвергавшейся лишь второстепенным усовершенствованиям.

Современные Л. э. разделяются на детекторно-усилительные, специальные детекторные, генераторные и кенотроны или же на нормальные и Л. э. с пониженным потреблением мощности накала—т. н. темные испускатели, или темные Л. э. («микро», Л. э. с оксидированными катодами, азидные и некоторые другие). Далее Л. э. усилительные бывают: одно-, двух- и трехсеточные; с непосредственным и с косвенным накалом; высоко- и низкочастотные; нормальные и громкоговорительные (мощные). Л. э. генераторные различаются по мощности, а в связи с этим по способу охлаждения анода (водой или без нее) и по длинам волн (длинноволновые и коротковолновые). Кроме того всякое выпускающее Л. э. предприятие придает своему фабрику те или иные второстепенные особенности, напр.—в способе устройства подвода (системы цоколей у усилительных Л. э.), в расположении, креплении электродов, в способе откачки, в подборе параметров и т. д. Наконец существуют различные типы Л. э. (правда, не вошедшие в практику), имеющие принципиальное отличие от обычно употребляемых: *динатроны* (см.), *магнетроны*, *негатроны*, *плидинатроны* и др.

**Катод.** Плотность тока испускания (эмиссии)  $I$  с накаливаемого катода дается ур-нем (Ричардсон, Шоттки, Дешмен) [1]:

$$I = A \cdot T^k \cdot e^{-\frac{b}{T}},$$

где зависимость от темп-ры  $T$  задается экспоненциальным множителем, тогда как множитель  $T^k$ , благодаря узости доступного для исследования интервала  $T^{\circ}$ , влияет настолько мало, что согласие с опытом одинаково хорошо и при  $k=1/2$  и при  $k=2$  (значения  $k$  при различных теоретич. предположках) и даже для  $k=0$  ( $k$ —число эмпирич. число). По Дешмену,  $k=2$  и  $A=60,2 \text{ А/см}^2$ —универсальная постоянная (равная  $\frac{2\pi m e^2}{h^3}$ , где

$m$  и  $e$ —масса и заряд электрона,  $h$ —постоянные Больцмана и Планка), что однако верно кроме  $W$  и  $Mo$  лишь при определенных предположениях. Согласно новейшим теориям (новая квантовая и статистич. механика),  $A$  вдвое больше. Для оксидирован-

\* По радиотерминологии, принятой IX Всесоюзным электротехническим съездом, Л. э.—устройство, состоящее из нескольких электродов, заключенных в сосуд, в котором газ разрежен до малого давления.



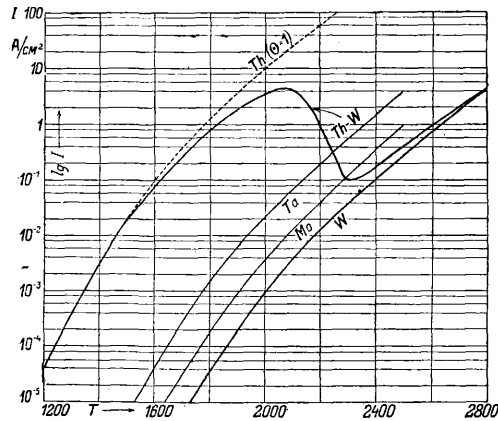
ных катодов (см. *Катод электронной лампы*)  $A = 1,07 \cdot 10^{-3} A/cm^2$  (Коллер) [2], для торированных  $A = (7^\theta + 60,2^{1-\theta} - 1) A/cm^2$ , где  $\theta$  — часть поверхности катода, покрытая Th (Кингдон) [8]. Работа вольта электрона пропорциональна величине  $b$ , к-рая характеризует вещество катода (выгодно малое значение  $b$ ) и определяется (правда, при принятии определенного  $k$ ) из опыта; в пределах точности опыта  $b$  не зависит от  $T^\circ$ , но зависит от напряженности поля у поверхности катода. Для цилиндрич. устройства Л. э.  $b = b_0 - \alpha\sqrt{V}$  (где  $V$  — разность потенциалов анод—нить), причем через радиусы анода  $R$  и нити  $r$   $\alpha$  выражается так:

$$\alpha = \frac{2,8}{\sqrt{r \cdot \ln \frac{R}{r}}}$$

при  $V = 100$  вольт поправка эта порядка 1%, но при больших  $V$  благодаря сильной зависимости  $I$  от  $b$  она становится существенной, доходя до десятков и даже сотен %  $I$ . Величина  $b$  связана с потенциалом вылета  $\varphi$  (вольт) соотношением:  $\varphi = 8,62 \cdot 10^{-5} b$ . Величины  $b$  и  $\varphi$  для различных материалов таковы ( $b$  в град. С,  $\varphi$  — в вольтах) [4]:

Материал	$b \cdot 10^{-3}$	$\varphi$	Материал	$b \cdot 10^{-3}$	$\varphi$
Pt . . . . .	62,7	5,40	Th . . . . .	34,1	2,94
W . . . . .	52,6	4,53	Ca . . . . .	26,0	2,24
Mo . . . . .	50,0	4,31	Cs . . . . .	16,0	1,38
Ta . . . . .	47,8	4,12	Th-катод {	52,6	4,53
U . . . . .	38,0	3,28		-18,56	-1,596
Zr . . . . .	38,0	3,28			

и для одного случая оксидированного катода (BaO, SrO)  $b = 12 100$ . Фиг. 1 изображает в координатах ( $T^\circ$  и  $\lg I$ ) испускание с W- и Th-W-, а также Mo- и Ta-катодов в зависимости от  $T^\circ$ ; при этом для Th-катода при-



Фиг. 1.

ведены две кривых: по числам Дешмена и Эвальда [4] для  $\theta = 1$  и по числам Лангмюра для действительного  $\theta$  при данной температуре  $T^\circ$ . Испускание, при условии достаточного большого анода, напряжения, резко повышается при увеличении  $T^\circ$  вплоть до разрушения («перегорания») нити. Определенные  $T^\circ$  нити представляет значительные тру-

дности и недоступно при практической работе с Л. э.; поэтому о  $T^\circ$  судят по напряжению  $v$  или току  $i$  накала, пользуясь тем, что обе эти величины приблизительно пропорциональны  $T^\circ$ . Так, из диаграмм Стида [5] для «единичного цилиндра» (длина  $l = 1$  см и диаметр  $d = 1$  см) можно определить в интервале от 2000 до 2700° для  $W$  приблизительно, что  $v_1 = 0,087 + 0,000186 (T - 2000)V$  и  $i_1 = 1 130 + 1,12 (T - 2000) A$ , где индекс «1» означает единичный цилиндр. Для любого цилиндрического катода:  $i = i_1 \cdot d^{-1/2}$  и  $v = v_1 \cdot l \cdot d^{-1/2}$ ; поэтому, зная ток испускания  $I = I_1 \cdot l \cdot d$ , можно рассчитать любой W-катод. Т. к.  $v$  растет с  $T^\circ$  примерно вдвое быстрее, чем  $i$ , то следить за накалом рациональнее по вольтметру, чем по амперметру. Изменение  $v$  на 1% изменяет  $I$  примерно на 6%, такое же изменение  $i$  — на 12%, и 1% — на 4%. Обычно характеризуют накал катода т. н. мерой накала, или удельным испусканием,  $H$ , равным отношению общего тока испускания (в mA) к потребляемой мощности накала в ваттах;  $H$  не зависит от толщины нити. Для чистого  $W$  зависимость  $H$  от  $T^\circ$  такова [4]:

$T = 2000^\circ$	2100°	2200°	2300°	2400°
$H = 0,038$	0,115	0,309	0,794	1,82
$T = 2500^\circ$	2600°	2700°	2800°	
$H = 3,89$	7,94	15,1	28,2	

Рабочие значения  $H$  у W-катодов — от 1 до 3 для усилительных Л. э. и до 6—7 для генераторных; значения  $H$  значительно больше для Th- (30—60) и оксидированных катодов (до 80—100).

Вопрос о  $T^\circ$  сильно осложняется неравномерностью  $T^\circ$  вдоль нити; эта неравномерность происходит от: 1) охлаждающего действия подводов, 2) от нагревающего действия тока испускания, неодинакового по длине нити, и 3) от действия анода, отражающего или самостоятельного излучающего теплоту. При действии одной лишь первой причины, для точки на расстоянии  $x$  от конца имеем (по Уорсингу) с хорошим приближением:

$$T_x = T_m (1 - e^{-\mu(x+l)})^n,$$

где  $\mu$  и  $n$  — константы, а  $l_0 = 0,25$  см для тонких и 0,20 см для более толстых подводов. При этом  $T_m$  относится к точке, настолько удаленной от концов, чтобы влияние последних не было заметно. Т. о. при расчетах фактическую длину  $l$  следует заменять некой эффективной длиной  $L$  (с  $T = T_m$ ), причем  $L = l - \frac{7,70}{P}$ , где  $P$  берется из след. таблицы:

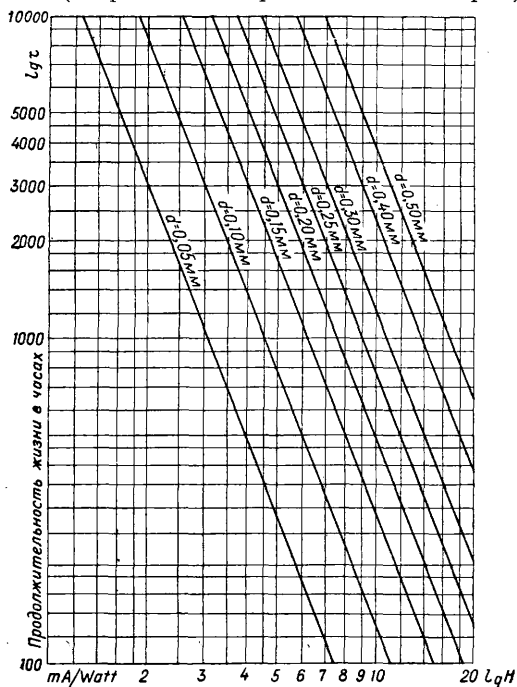
Значения  $P$  по Уорсингу [4].

$T^\circ$	Толщина нити в мм						
	0,01	0,02	0,05	0,10	0,15	0,20	0,30
1 000	2,50	1,76	1,12	0,790	0,645	0,560	0,460
1 200	3,65	2,60	1,64	1,160	0,945	0,820	0,670
1 400	4,95	3,50	2,21	1,560	1,275	1,105	0,500
1 600	6,20	4,38	2,77	1,965	1,605	1,309	1,135
1 800	7,55	5,32	3,36	2,380	1,940	1,680	1,375
2 000	9,00	6,35	4,02	2,840	2,320	2,010	1,640
2 200	11,35	7,35	4,64	3,280	2,680	2,320	1,895
2 400	11,85	8,40	5,30	3,750	3,060	2,650	2,160
2 600	13,35	9,45	5,96	4,220	3,450	2,980	2,440

Разность  $l - L$  довольно быстро убывает с увеличением  $T^\circ$  и уменьшением  $d$ .

Неравномерность  $T^\circ$  вдоль нити вследствие нагревания током испускания, идущим на некотором расстоянии вдоль нити, прежде чем выйти в пустоту, отличается отсутствием симметрии относительно середины нити: она тем больше, чем сильнее ток испускания  $I$  по сравнению с током накала  $i$  (т. е. напр. сравнительно значительна у торированных нитей); очевидно, что распределение  $T^\circ$  должно изменяться при изменении  $I$ .

Экономически чрезвычайно важен вопрос о продолжительности жизни (п. ж.), т. е. сроке службы Л. э. За редкими исключениями (небрежность обращения или сборки)



Фиг. 2.

п. ж. лампы определяется п. ж. катода. У W-катодов п. ж. определяется постепенной возгонкой материала катода (осаждающегося затем на стенки), а также «раскристаллизацией» его, пока натягивающаяся нить пружина не разорвет нить (при однородной нити — посредине, где  $T^\circ$  наибольшая). Таким обр. п. ж. очевидно должна сильно зависеть от структуры нити (чистота материала, способ изготовления, обработка), от силы натягивающих пружин, от способа изготовления самой Л. э. и наконец от ее обслуживания (наличие тряски и пр.).

Влияние возгонки W подсчитывается так: пусть  $M$  есть масса W, возгоняющаяся в 1 сек. с  $1 \text{ см}^2$ , причем

$$M = 10^{15,402 - 47440/T} \cdot T^{-1,4} \text{ г/см}^2 \text{ сек.}$$

Тогда п. ж.  $\tau$  в часах, принимая, что уменьшение диаметра нити  $d$  до  $0,9d$  выводит электронную лампу из работы, будет равно  $2,64 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{d}{M}$ , т. е. убывает вместе с  $d$  и (очень быстро)  $T^\circ$ . Для ламп Телефункен  $\lg \tau$  и  $\lg H$  связаны линейной зависимостью (фиг. 2). По Рукопу, п. ж. примерно обратно пропорциональна  $I_a^2$ . По Баркгаузену, наиболее

экономичен такой накал, при котором полная стоимость тока накала в течение всего времени горения равняется стоимости замены лампы. Подобные соображения приводят для усилительных Л. э. к экономич. норме п. ж. в 500—1000 часов, что соответствует  $T^\circ$  от 2300 до 2400°;  $H=1-2 \text{ mA/W}$  и  $I=40 \div 100 \text{ mA/см}^2$ . Параметры накала для усилительных W электронных ламп составляют: для  $i=0,5 \div 0,6 \text{ A}$ , для  $v=3,8 \div 4 \text{ V}$ ; у Л. э. генераторных  $i$  достигает 50 A, а  $v$  — обычно порядка 15—35 V. П. ж. торированных Л. э. с точки зрения «перегорания» определяется теми же соображениями, что и для W Л. э.; однако действие торированных Л. э. ограничивается временем существования Th-слоя. При п. ж. в 500—1000 часов Th Л. э. допускают эмиссию раза в  $1\frac{1}{2}$  большую, чем W Л. э. при той же п. ж. Прибавка к материалу нити углерода (карбюрирование) значительно повышает устойчивость работы.

Анод. Ток анода  $I_a$  (в отсутствие сетки) определяется формулой Чайльда-Лангмюра-Шоттки:

$$I_a = \frac{a}{9} \sqrt{\frac{e}{m}} \cdot V_a^{3/2},$$

где  $V_a$  — анодное напряжение, а величина  $a$  равна: 1) для плоских анода и катода с взаимным расстоянием [7]  $x: \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{1}{x^2}$ ; 2) для цилиндрических электродов длины  $l$  и радиуса анода [8]  $r: \frac{2l}{r \cdot \beta^2}$ ; 3) для коаксиальных сферических электродов [9] радиусов  $r$  — анод и  $r_0$  — катод:  $\frac{4}{a^2}$ , причем для важнейшего случая (2-го) при  $\frac{r}{r_0} > 10$  (практически всегда) кроме может быть Л. э. с петлеобразными нитями и с посторонним накалом  $\beta^2$  отличается от 1 не более 7%; при  $\frac{r}{r_0} < 10$  величина  $\beta^2$  падает:

$\frac{r}{r_0} \dots \dots$	9	8	7	6	5
$\beta^2 \dots \dots$	0,955	0,925	0,887	0,836	0,767
$\frac{r}{r_0} \dots \dots$	4	3	2	1,5	1
$\beta^2 \dots \dots$	0,667	0,517	0,279	0,119	0,000

вообще же  $\beta$  дается разложением:

$$\beta = \ln \frac{r}{r_0} - \frac{5}{2} \left( \ln \frac{r}{r_0} \right)^2 + \frac{11}{120} \left( \ln \frac{r}{r_0} \right)^3 - \frac{47}{3300} \left( \ln \frac{r}{r_0} \right)^4 + \dots$$

Практически для цилиндрич. электродов  $I_a = 1,468 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{l}{r} \cdot V_a^{3/2} \text{ A}$ . Совершаемая при этом ошибка ( $\beta^2 = 1$ ) — того же порядка (но обратного знака), как и ошибка вследствие неприятия во внимание начальной скорости вылета ( $\sim 0,2 \text{ V}$ ). Если учесть эту скорость, то [7]

$$I_a = \frac{2}{9} \sqrt{\frac{e}{m}} \cdot \sqrt{V_a - V_m} + \frac{T}{30932} \left( \ln \frac{7733}{\lambda \cdot T} V_a \right)^{3/2} \cdot \frac{1}{r \cdot \beta^2},$$

где  $V_m$  — минимальный потенциал между катодом и анодом, а  $1 < \lambda < 2$ . Если  $\frac{r}{r_0} < 1$  (не встречается на практике), то приложима приведенная выше формула (без учета скорости вылета), но значения для  $\beta^2$  будут:

$\frac{r_0}{r}$ . . .	500	400	300	200	100	50	30	10
$\beta^2$ . . .	9 502	7 272	4 973	2 946	1 175	450	214	37.0
$\frac{r_0}{r}$ . . .	7,5	5	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0
$\beta^2$ . . .	22,0	9,89	1,78	0,85	0,558	0,229	0,038	0,000

в горизонтальной части. Таким образом имеется б. или м. значительный интервал  $V_1 - V_2$ , в котором характеристика п р я м а ( $p=1$ ), что и объясняется неодинаковостью  $T^{\circ}$  по длине нити, падением напряжения вдоль нити и отчасти ионизацией (в «мягкой» Л. э.). Ионизация не удаленного газа, уменьшая действие объемного заряда, способна коренным образом изменить характеристику, причем характер и значительность этих

В практически неважном случае (3-м)  $\alpha^2$  дается выражениями: для  $\frac{r}{r_0} > 6,4$

$$\alpha^2 = 0,224 \ln \left( \ln \frac{r}{r_0} \right) + \frac{2}{3} \ln \frac{r}{r_0} + 0,152$$

и для  $\frac{r}{r_0} < \frac{1}{9}$

$$\left( \frac{\alpha^2}{2} \right)^{3/2} = 1,11 \frac{r_0}{r} - 1,64.$$

Наконец в случае 1-м точное вычисление очень сложно [8].

Все указанные зависимости от  $V_a$  объясняются существованием в пространстве между анодом и катодом объемного заряда с плотностью  $\rho$  и получаются в результате интегриации уравнения Пуассона  $\Delta V = -4\pi\rho$  при соответствующих пограничных условиях. Для цилиндрического расположения это уравнение принимает вид:

$$\frac{d^2V(r)}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dV(r)}{dr} = -4\pi\rho;$$

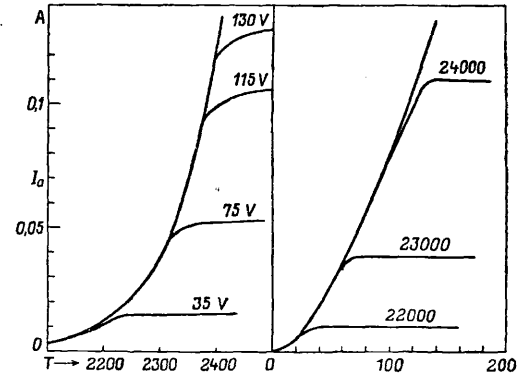
что в соединении с соотношениями для тока испускания  $I$  (на единицу длины)  $I = -2\pi r \rho v$  и для скорости  $v$  электрона на расстоянии  $r$  от нити  $V(r) \cdot e = \frac{1}{2} m v^2$  и дает приведенную выше формулу. Для плоских электродов соответственно имеем:

$$\frac{d^2V(x)}{dx^2} = -4\pi\rho \quad \text{и} \quad I = -v\rho,$$

где  $I$  — плотность тока в А на  $cm^2$ . В приведенных формулах не учтена скорость вылета электронов, вылетающих из накаливаемого катода перпендикулярно его поверхности со средней кинетической энергией  $kT$ , откуда перпендикулярная к поверхности катода средняя квадратичная скорость вылета

$v_0 = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$ , причем распределение скоростей подчиняется закону Максвелла (см. *Кинетическая теория газов*). Благодаря существованию скорости вылета ток на анод идет и при  $V_a = 0$  и даже при  $V_a < 0$  (свободная эмиссия), подчиняясь соотно-

шению  $I = I_0 \cdot e^{-\frac{V}{V_0}}$ , где  $V_0$  — потенциал вылета, получаемый из уравнения:  $eV_0 = \frac{1}{2} m v_0^2 = kT$  ( $e$  и  $m$  — заряд и масса электрона). При нормальной  $T^{\circ}$  накала (около  $2300^{\circ}$ )  $V_0 \approx 0,2$  вольт и  $I = I_0 \cdot e^{-5V}$ . Благодаря малости  $V_0$  с влиянием начальной скорости электронов приходится считаться только при очень малых  $V$ , в частности при подсчете тока на сетку в усилительных устройствах. Действит. характеристики ( $I_a$  и  $V_a$ ) диодов (фиг. 3) отличаются прежде всего наличием горизонтальной части, соответствующей току насыщения при данной  $T^{\circ}$  катода. Далее «закон  $V^{3/2}$ » обычно не вполне оправдывается и в восходящей части характеристики, вследствие чего некоторые авторы предпочитают заменять его «законом  $V^p$ », где  $p$  при возрастании  $V$  меняется в пределах от  $\sim 2$  до 0



Фиг. 3.

изменений зависят как от числа газовых молекул, так равно и от числа свободных электронов (т. е.  $T^{\circ}$  катода).

Сетка. Присутствие заряженного до  $V_g$  управляющего электрода (сетки) меняет напряженность поля  $E$  у катода (т. е. в месте преимущественного нахождения объемного заряда) и тем самым изменяет  $I_a$ ; кроме того часть тока испускания  $I$  идет на сетку Л. э., создавая тем самым ток сетки  $I_g$ , так что  $I_a + I_g = I$ . Первое явление может быть учтено на основании рассмотрения емкостей анод-катод —  $C_{ak}$ , анод-сетка —  $C_{ag}$  и сетка-катод —  $C_{gk}$  следующим образом:

$$E = \frac{2q}{r_0},$$

где заряд катода  $q = C'_{ak} \cdot V'_a$  при отсутствии сетки и  $q = C_{ak} \cdot V_a + C_{gk} \cdot V_g = C_{ak} \left( V_a + \frac{C_{gk}}{C_{ak}} V_g \right)$  в ее присутствии. В обоих случаях мы будем иметь одинаковый  $I$  при одинаковом  $E$ , т. е.  $q$ . Так как  $C'_{ak} \approx C_{ak} + C_{gk}$ , то, полагая  $\frac{C_{gk}}{C_{ak}} = \mu_0$  (коэффициент усиления лампы), имеем:  $V'_a = \frac{1}{1+\mu_0} (V_a + \mu_0 V_g)$ . Немецк. авторы (по Баркгаузену и Шоттки) вводят вместо  $\mu_0$  проницаемость (Durchgriff)  $D = \frac{C_{ak}}{C_{gk}} = \frac{1}{\mu_0}$ , так что  $V'_a = \frac{1}{1+D} (DV_a + V_a)$ . Т. о. для триода мы можем определить  $I = I_a + I_g$  по формулам закона  $^{3/2}$ , заменив только  $V_a$  на  $V'_a$  (т. н. управляющее напряжение,  $V_{упр.}$ ). Тогда для цилиндрических электродов  $I = I_a + I_g = 1,468 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{l}{r_g} \left( \frac{V_g + DV_a}{1+D} \right)^{3/2} = 1,468 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{l}{r_g} \left( \frac{\mu V_g + V_a}{1+\mu_0} \right)^{3/2}$ ; для плоских или сферических электродов ф-лы аналогичны. По смыслу вывода,  $r_g$  здесь (приближи-

тельно) — радиус сетки. Эти ф-лы определяют собою характеристическую поверхность ( $I, V_a, V_g$ ); сечения ее плоскостями ( $I, V_a$ ) и ( $I, V_g$ ) дают соответствующие характеристики анодного тока Л. э., из к-рых обычно применяются ( $I, V_g$ ) или практически ( $I_a, V_g$ ). Последняя не точно и не на всем протяжении выражается приведенной формулой, прежде всего потому, что  $I_a < I$ ; далее  $I$  всегда  $\leq I_s$ , вследствие чего  $I$ , достигнув  $I_s$ , перестает увеличиваться, и кривая перестает следовать приведенной выше формуле и переходит в горизонтальную прямую, тем дальше отстоящую от оси  $V_g$ , чем больше  $T^\circ$ . При этом еще: 1) восходящие части кривой для различных  $T^\circ$  не вполне совпадают (как этого следовало бы ожидать по сути вывода), так как при увеличении  $T^\circ$  возрастает действующая длина нити; 2) переход в горизонтальную часть кривой не резок, так как в этих областях  $V_{гр.}$  заставляет попадать на анод также и электроны, отклоняемые магнитным полем тока накала в нити, а также потому, что различные участки нити, находясь при разных  $T^\circ$ , достигают насыщения при разных  $V_a$ . Далее, фактическое  $V_g$  отличается от приложенного (батареи либо потенциометром)  $V'_g$  на величину контактной разности потенциалов. Неполное соответствие геометрических форм Л. э. допущением вывода Лангмюра, наличие собственных скоростей электронов (заметное при малых  $V_{гр.}$ ) и падения потенциала вдоль нити дают иногда существенные отклонения. Влияние разности потенциалов на концах нити  $v$  учитывается формулой

$$I = 1,465 \cdot 10^{-5} \frac{2l}{5r} \frac{(V_a + v)^{3/2} - V_a^{3/2}}{v},$$

к-рому приходится заменять «формулу  $V_a^{3/2}$ » при небольших  $V_a$ . По последней формуле  $I$  в нек-ром участке почти прямолинейно. Особняком стоит наблюдаемый в электронных лампах с пониженным накалом подъем «горизонтальной» части, объясняемый «обратным накалом» от анода лампы, разогреваемого тем больше, чем больше  $V_{гр.}$ .

Из ряда предложенных эмпирич. ф-л для  $I$  приведем следующие:

$$I = A (V_g + DV_a)^p,$$

где  $0 \leq p \leq 2$ , смотря по выбору интервала  $V_{1гр.} - V_{2гр.}$ ; по ван-дер-Бийлю (Van der Bijl):

$$I = (V_g + DV_a + v)^p;$$

для малых  $V_{гр.}$   $p = 2$ . Предложены еще ф-лы, учитывающие и горизонтальную часть, например Иоаса:

$$\frac{I}{I_s} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg \{A[V_g + D(V_a - B)]\}$$

(чисто эмпирическая).

Из электростатич. соображений (без учета объемного заряда, для спиральной сетки (фиг. 4) с  $n$  витками на см:

$$\mu_0 = \frac{2\pi \cdot n \cdot r_g \cdot \ln \frac{r_a}{r_g}}{\ln \frac{1}{2\pi \cdot n \cdot r_n}}$$

Для сетки с проволоками «в клеточку»:

$$\mu_0 = \frac{4\pi \cdot n \cdot r_g \cdot \ln \frac{r_a}{r_g}}{\ln \frac{1}{4\pi \cdot n \cdot a}}$$

при  $n$  клеточках на см<sup>2</sup>. Для сетки из  $n$  проволок, параллельных нити:

$$\mu_0 = \frac{n \cdot \ln \frac{r_a}{r_g}}{\ln \frac{r_g}{n \cdot a}}$$

В последних ф-лах принято, что  $a \ll$  расстояния между проволоками; без этого ограничения имеем:

$$\mu_0 = \frac{2\pi \cdot n \cdot r_g \cdot \ln \frac{r_a}{r_g} - \ln \operatorname{ch} 2\pi \cdot n \cdot a}{\ln \operatorname{cth} 2\pi \cdot n \cdot a}$$

Для сетки из отдельных колец на расстоянии  $d$  между серединами проволок двух соседних колец:

$$\mu_0 = \frac{2 \ln \frac{r_a}{r_g}}{d \cdot A},$$

$$\text{где } A = \frac{1}{r_g} \left\{ \frac{1}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \cdot e^{-\frac{2\pi \cdot n \cdot a}{d}} - \frac{e^{-\frac{4\pi \cdot r_g}{d}}}{\ln \left( \frac{d}{\pi \cdot r \cdot r_k} \right)} - \frac{1}{\pi} \cdot e^{-\frac{4\pi}{d} (r_a - r_g)} \right\},$$

$a$  — постоянная Эйлера, равная 0,577.... При  $2\pi \cdot a \ll d$  имеем приблизительно:

$$\mu_0 = \frac{2\pi \cdot r_g}{d} \cdot \frac{\ln \frac{r_a}{r_g}}{\ln \frac{1}{2\pi \cdot a}}$$

Во всех этих формулах анод, катод и поверхность сетки считаются бесконечно длинными круглыми цилиндрами.

Для плоских (бесконечно протяженных) электродов при сетке из  $n$  параллельных проволок на 1 см на расстоянии  $h$  от анода:

$$\mu_0 = \frac{2\pi \cdot n \cdot h}{n \frac{1}{2 \sin \pi \cdot n \cdot a}} \approx \frac{2\pi \cdot n \cdot h}{\ln \frac{1}{\pi \cdot n \cdot a}}$$

если  $n \cdot a \ll 1$ , и в общем случае:

$$\mu_0 = \frac{2\pi \cdot n \cdot h - \ln \operatorname{ch} 2\pi \cdot n \cdot a}{\ln \operatorname{cth} 2\pi \cdot n \cdot a}$$

или эмпирич. ф-ла:

$$\mu_0 = 80 \cdot a \cdot n^2 \cdot h + 1.$$

Из соотношения

$$I = 1,468 \cdot 10^{-5} \frac{l}{r_g} \frac{(V_a + \mu_0 V)^{3/2}}{(1 + \mu_0)^{3/2}}$$

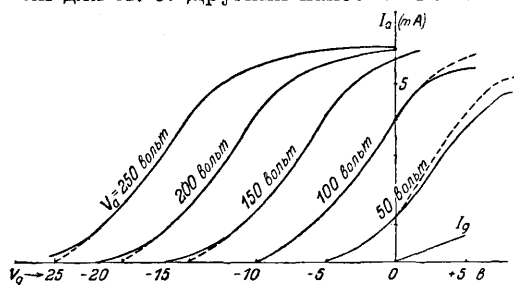
при  $dI = 0$  получаем:

$$\mu_0 = - \frac{dV_a}{dV_g} = \frac{1}{D},$$

что показывает, что изменения потенциалов  $|dV_a|$  и  $|\mu_0 dV_g|$  эквивалентны по действию на  $I$  и что изменение  $V_g$  имеет при  $\mu_0 = \frac{1}{D}$  большее действие, чем такое же изменение  $V_a$ . При снятии характеристик Л. э. (фиг. 5,  $I_a \rightarrow V_g$ ) это сказывается в том, что при увеличении  $V_a$  характеристики смещаются влево на величину «смещающего напряжения»  $DV_a$ ; из двух характеристик можно опре-

делить и  $D$  или  $\mu_0$  (другие способы определения—см. ниже).

Параметр  $\mu_0(D)$  является одним из основных для Л. э. Другими наиболее важными



Фиг. 5.

параметрами Л. э. являются: внутреннее дифференциальное сопротивление  $R_i = \frac{dV_a}{dI_a}$  при  $V_g = \text{Const}$  и крутизна  $S = \frac{dI_a}{dV_g}$  при  $V_a = \text{Const}$ . Соотношение

$$D \cdot S \cdot R_i = \frac{dV_g}{dV_a} \cdot \frac{dV_a}{dI_a} \cdot \frac{dI_a}{dV_g} = 1$$

показывает, что из трех параметров независимы только два, вследствие чего французские, английские и американские авторы лишь в сравнительно редких случаях вводят  $S$ . Параметр  $\mu_0(D)$  обычно менее зависит от  $V_a$  или  $V_g$ , чем  $R_i$  и  $S$  (фиг. 6). Крутизну  $S = \frac{\partial I_a}{\partial V_g}$ , пренебрегая  $I - I_a = I_g$ , получаем равной

$$S = p \cdot \mu_0 \frac{l}{r_g} \cdot \frac{(\mu_0 V_g + V_a)^{p-1}}{(1 + \mu_0)^p},$$

она же равна  $tg$  наклона характеристики ( $I_a, V_g$ ). Аналогично

$$R_i = \frac{\partial V_a}{\partial I_a} = \frac{\mu_0}{S} = \frac{r_g(1 + \mu_0)^p}{p \cdot l \cdot (\mu_0 V_g + V_a)^{p-1}}$$

представляет  $ctg$  наклона характеристики ( $I_a, V_a$ ). Наконец  $\mu_0$  есть  $tg$  наклона характеристики ( $V_a, V_g$ ). Экспериментальное определение этих параметров из наклонов характеристик является «классическим».

В усилительных лампах обычно достаточно пользоваться более или менее узким участком, где и  $S$  и  $R_i = \text{Const}$ . В генераторных лампах рассматривается «средняя крутизна»

$$S = \frac{\int S dV_g}{V_g' - V_g''},$$

которая с практически достаточной точностью определяется наклоном прямой, соединяющей две крайние точки характеристики с  $V_g'$  и  $V_g''$ . Для параболич. отрезка кривой этот прием совершенно точен. Величины параметров ламп разнообразны. В качестве ориентировочных данных можно привести следующие:

ной точностью определяется наклоном прямой, соединяющей две крайние точки характеристики с  $V_g'$  и  $V_g''$ . Для параболич. отрезка кривой этот прием совершенно точен. Величины параметров ламп разнообразны. В качестве ориентировочных данных можно привести следующие:

	$\mu_0$	$S \frac{\text{mA}}{\text{V}}$	$R_i \cdot 10^{-3} \Omega$	$\mu_0 R_i \cdot 10^{-3} \Omega$
Л. э., усил., в. ч. . . . .	10—30	0,3—1,5	15—30	350—1 000
Л. э. детекторн. и регенер. («универсальные») . . . . .	9—20	0,4—2,5	6—20	70—350
Л. э., усил., н. ч., на сопротивлении . . . . .	10—100	0,5—1,5	15—150	1 000—8 000
Л. э., усил., н. ч., для громкоговорителей . . . . .	3—10	1—3	1,5—10	3,5—70

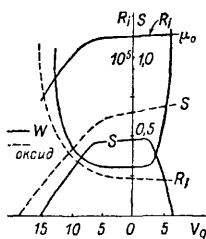
Общее обозрение величины параметров приемных Л. э. дает диаграмма по Деко [10], в к-рой по осям отложены  $\ln \mu_0$  и  $\ln R_i$ , а две

системы наклонных прямых соответствуют  $S = \text{Const}$  и  $\mu_0 R_i = \text{Const}$ . Последняя величина, по Деко, определяет (чисто эмпирическая закономерность) назначение лампы.

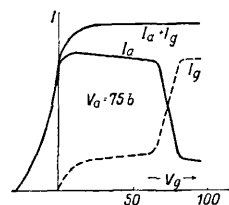
Благодаря большой скорости полета  $v$ , к-рая м. б. при  $v \ll 3 \cdot 10^{10}$  см/сек определена по формуле:

$$v = 6 \cdot 10^7 \sqrt{V_a} \text{ см/сек}$$

( $V_a$ —в вольтах), на нити сетки попадает при невысоких  $V_g$  лишь небольшое число электронов (т. е.  $I_g \ll I_a$ ); оно однако растет при увеличении  $V_g$  по сравнению с  $V_a$ , и при  $V_g > V_a$  ток  $I_g$  даже превосходит  $I_a$  (фиг. 7). Обстоятельство это весьма существенно для ламповых генераторов. Для усилителей существенно попадание электронов на сетку, т. е. наличие  $I_g$ , при малых  $V_g$  и в особенности при  $V_g < 0$ . При этом резко различаются случаи совершенного и несовершенного вакуума (жесткие и мягкие электронные лампы). В мягкой Л. э. кроме электронов на сетку попадают и положительные ионы газа, образуемые электронами. Благодаря этому в не-



Фиг. 6.



Фиг. 7.

котором интервале  $I_g$  меняет направление ( $I_{g-}$ ); по величине  $I_g/I_a$  можно судить о качестве вакуума в Л. э., т. к. приблизительно фактор пустотности  $I_{g-}/I_a = \text{Const} \frac{p}{r_g}$ , если  $p$ —давление газа в Л. э. (или, лучше, число молекул в  $1 \text{ см}^3$ ). Однако во всех этих случаях  $I_g \ll I_a$ , так как  $V_g \ll V_a$ . Если же  $V_g$  становится сравнимым с  $V_a$  (случай генераторных схем), то  $I_g$  начинает составлять заметную часть  $I_a$  и даже может значительно превосходить его, причем как общее правило  $I_g: I_a$  растет с  $V_g: V_a$ .

**Измерение параметров Л. э.** Как указано выше,  $R_i, S$  и  $\mu_0(D)$  можно определять из характеристик. Но существуют и непосредственные способы. Определение  $R_i$  можно производить: а) по схеме фиг. 8 (Баркгаузен), т. е. обычным мостом Витстона при установке телефона  $T$  на молчание, из соотношения  $R_i = R \frac{I_1}{I_2}$ ; б) включая во внешнюю цепь сопротивление  $r$ , уменьшающее  $I_a$  на небольшую величину  $\Delta I_a$ ; тогда

$$R_i = \frac{I_a - \Delta I_a}{\Delta I_a} \cdot r - R_6,$$

где  $R_6$  — сопротивление анодной батареи (Иклз); в) по схеме фиг. 9 (Иклз): ток через амперметр  $A$  сводится к нулю—один раз при замкнутом ключе  $T$  регулировкой  $R_1$ , а другой раз при разомкнутом  $T$  регулировкой  $R$ ; тогда

$$R_i = \frac{R_1 \cdot R_2}{R}.$$

Следующие схемы требуют знания  $\mu_0(D)$ : г) по схеме Мартенса (фиг. 10)

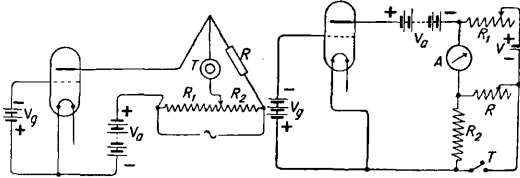
$$R_i = R_a \cdot \frac{1+D}{D} \cdot \frac{R_1}{R_2};$$

д) по Миллеру (фиг. 11)

$$R_i = \left( \mu_0 \frac{R_1}{R_2} - 1 \right) R_a;$$

здесь м. б. сделано  $R_1 = R_2$ .

Измерение проницаемости электронных ламп  $\mu_0(D)$ : а) по Миллеру (фиг. 11, где од-



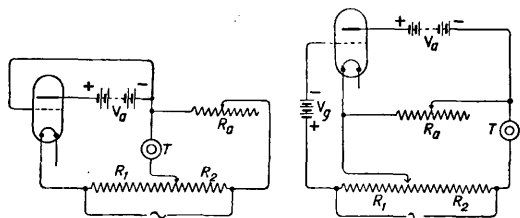
Фиг. 8.

Фиг. 9.

нако размыкаем ток через  $R_a$ ) дает  $\mu_0 = \frac{R_2}{R_1}$ ;

б) по Аппльтону (фиг. 12)  $R$  регулируется так, чтобы ток в  $A$  не менялся при замыкании и размыкании  $K$ ; тогда  $\mu_0 = \frac{R_a}{R}$ ;

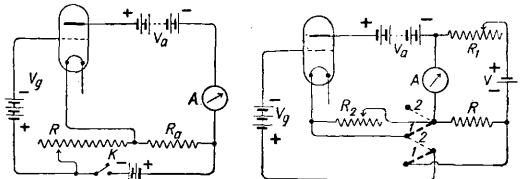
в) то же, но меняется  $R_a$  (фан-дер-Бийль); г) то же,



Фиг. 10.

Фиг. 11.

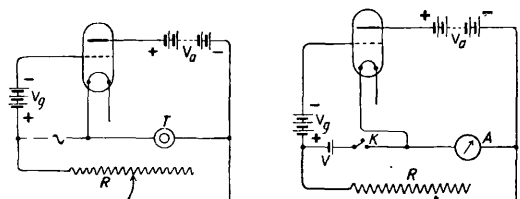
но проводка от нити—в виде скользящего контакта (Шоттки); в способах «в» и «г» то же соотношение для  $\mu_0$ , что и в способе «б»; д) компенсационный способ Икльза (фиг. 13):



Фиг. 12.

Фиг. 13.

при коммутаторе в положении 1 (изменением  $R_1$ ) устанавливается нек-рый ток в  $A$  и затем при положении коммутатора 2 добиваются того же тока изменением величины



Фиг. 14.

Фиг. 15.

сопротивления  $R_2$ ; в этом случае  $\mu_0 = \frac{R_2}{R}$  (в знаменателе неизменное сопротивление  $R$ ).

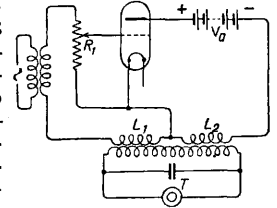
Измерение  $S$ : а) по Шоттки (фиг. 14), при молчании телефона

$$S = \frac{1 + \frac{W_b}{R_i}}{R};$$

б) по Аппльтону (фиг. 15) подбирают  $R$  так, чтобы манипуляция ключом  $K$  не меняла показания  $A$ ; тогда  $S = \frac{1}{R}$ ; в) по Беллентайну (Ballantine) (фиг. 16) при подборе  $R_1$  на замирание телефона (при достаточно малых переменных эдс)

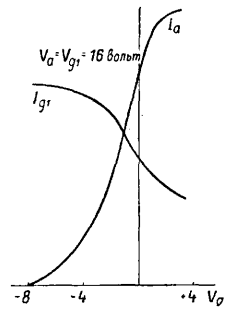
$$S = \frac{L_1}{L_2 \cdot R_1}.$$

**Особые типы Л. э.** Усилительные детекторные. Двухсеточные Л. э. имеют вторую сетку, помещаемую или между нитью и управляющей сеткой (сетка объемного заряда) или между управляющей сеткой и анодом (анодозащитная сетка). В обоих случаях вспомогательные сетки соединяются с частью анодной батареи. Сетка объемного заряда, неся на себе незначительный, но однако почти достаточный для насыщения



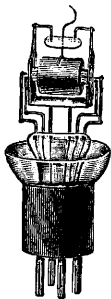
Фиг. 16.

$I_a$  потенциал  $V_{g1}$ , сводит почти к нулю действие объемного заряда и тем сильно повышает крутизну. Далее, в виду близости  $I_a$  к насыщению,  $V_a$  д. б. лишь немногим выше  $V_{g1}$ ; Л. э. с такой сеткой работает уже при  $V_a$  порядка 8—20 В. Характеристика (фиг. 17) показывает переход тока испускания с вспомогательной сетки на анод с ростом  $V_g$ ;  $\mu_0$  в таких лампах обычно всего 4—5. Включение «2» соответствует «анодозащитной» сетке, назначение которой—возможно увеличить  $\mu_0$ , не сдвигая в то же время характеристику чересчур вправо; при этом  $\mu_0$  лампы равняется с большим приближением  $\mu_{01} \cdot \mu_{02}$ , где  $\mu_{01}$  соответствует одной управляющей, а  $\mu_{02}$ —одной защитн. сетке. В таких лампах обыкновенно весьма заметен дина- тронный эффект (см. Дина- трон); применяются они для усиления на высокой частоте. Параметр  $\mu_0$  достигает нескольких сотен (~ 500), коэффициент усиления ее в схеме  $\mu$ —до 150. Как правило  $V_{g2} < V_a$ , но бывает и  $V_{g2} \geq V_a$  (если не опасно действие вторичного испускания). При  $V_{g2} > V_a$  такая Л. э. идентична с плиодинатроном Хелла. В трехсеточных Л. э. применяются одновременно обе вспомогательные сетки; однако последний тип Л. э. не получил практического распространения вследствие трудностей однородной их продукции.

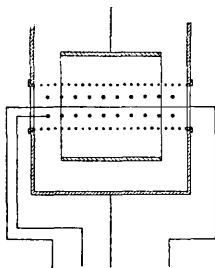


Фиг. 17.

Для устранения мешающего действия емкости Л. э., т. е. собственно действующей емкости анод-сетка  $C_{ag}$ , применяются экранированные Л. э. (фиг. 18а и б), отличающиеся от двухсеточных гл. обр. добавочным экраном, не допускающим силовых линий анода до сетки и нити. Дело в том, что действующая  $C_g$ , составляясь из емкостей анод-сетка  $C_{ag}$  и сетка-нить  $C_{gk}$ , значительно больше статич.  $[11] C_{gcm.} = C_{ag} + C_{gk}$  и составляет  $C_g \approx C_{gk} + C_{ag}(1 + \mu)$ , т. е. в пределе, при  $\mu = \mu_0$ , может превосходить  $C_{gcm.}$  в 10—20 раз (при  $C_{gk}$  и  $C_{ag}$  порядка 5—10 см и при  $\mu_0 = 10$ ,  $C_g = 60 \div 120$  см). Это обстоятельство препятствует усилению волн короче 600 м; экранированные Л. э., у которых  $C_{ag}$



Фиг. 18а.



Фиг. 18б.

и  $C_{gk}$  падают до 0,02—0,05 см, позволяют усиливать волны длиной до 10—20 м и кроме того устраняют необходимость *нейтродимирования* (см.).

Л. э. многократные Леве-Арденне представляют собою целый двухкаскадный или даже трехкаскадный усилитель на сопротивлениях (см. *Усилитель*), собранный в одном общем баллоне, благодаря чему все подводки и их емкости сокращены до минимума; благодаря этому понижается нижний предел возможного усиления до ~200 м длины волн.

Пентоды, или пятиэлектродные Л. э., представляют собою комбинацию двух Л. э. на общей нити накала и предназначаются специально для двухтактных схем; старейший патент—Лангмура, 1913 года. Кроме сетчатых контрольных электродов предложены также и пластинчатые управляющие электроды, располагаемые либо по другую сторону нити параллельно плоскому аноду (де-Форест, Вин и др.) либо даже вне баллона лампы (Вигант, Раунд).

Л. э. с магнитным управлением—см. *Магнетрон*. Л. э. с падающими характеристиками, основанные на вторичном испускании электронов,—см. *Дитатрон*.

Лит.: <sup>1)</sup> D u s h m a n S., «Physical Review», New York, 1922, v. 20, p. 109, 1923, v. 21, p. 623—636 (вывод формулы); <sup>2)</sup> K o l l e r L., ibidem, 1925, v. 25, p. 671 (оксид); <sup>3)</sup> K i n g d o n K. H., ibid., 1924, v. 24, p. 510—522 (Th-катоды); <sup>4)</sup> D u s h m a n S. a. E w a l d J., «General Electric Review», Schenectady, 1923, v. 26, p. 154—160 (Wo-, Mo-, Ta-, Th-катоды); <sup>5)</sup> S t e a d G., «Journ. of the Electrical Engineers», L., 1921, v. 59, p. 427 (испуск. единичные цилиндры); <sup>6)</sup> W o r t h i n g A., «Physical Review», N. Y., 1922, v. 20, p. 91—92; <sup>7)</sup> L a n g m u i r J., ibid., 1923, v. 21, p. 419; <sup>8)</sup> L a n g m u i r J. a. B l o d g e t t K., ibid., 1923, v. 22, p. 347 (цилиндрические электроды); <sup>9)</sup> L a n g m u i r J. a. B l o d g e t t K., ibid., 1924, v. 24, p. 42 (сферич. электроды); <sup>10)</sup> D e s a u x B., «L'onde électrique», Paris, 1929 (классификация ламп); <sup>11)</sup> F o r s t m a n n A. u. R e p p i s c h H., Der Nie-

derfrequenzverstärker, V., 1927; Б е р г А., Основы радиотехнических расчетов, Ленинград, 1928.

Б е р г А., Общая теория радиотехники, Л., 1925; его же, Катодные лампы, Л., 1924; В е д е н с к и й В., Физические явления в катодных лампах, М.—Л., 1926; СЭТ, Справочная книга для электротехников, т. 4, Л., 1929; Б а р к г а у з е н Г., Катодные лампы (электр. трубки), пер. с нем., М.—Л., 1926; B a r k h a u s e n H., Elektronenröhren. B. 1—3, Lpz., 1926—29; M o r e s t o f t J., Principles of Radio Communication, 2 ed., N. Y., 1927; M ö l l e r H., Elektronenröhren, 2 Aufl., Brschw., 1922; F o r s t m a n n A. u. S c h r a m m E., Elektronenröhren, B., 1927; W a g n e r K. W., Die wissenschaftlichen Grundlagen d. Rundfunkempfangs, Berlin, 1927; P a l m e r L., Wireless Principles a. Practice, L., 1928; H u n d A., Hochfrequenzmesstechnik, 2 Aufl., B., 1928; V a n n e i t z F., Taschenbuch d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie, B., 1927; G r o c z k o w s k i J. e t T e u s s i e r G., Les lampes à plusieurs électrodes, Paris, 1927; V a n d e r B i j l H., Thermionic Vacuum Tube, N. Y., 1920; G u t t o n C., La lampe à trois électrodes, P., 1925; R i c h a r d s o n O. W., Emission of Electricity from Hot Bodies, London, 1916.

Б. Введенский.

**Производство Л. э.** Большое разнообразие типов, нашедших себе практическое применение Л. э., делает производство их крайне разнообразным как по роду их оборудования, так и по сортименту применяемых материалов и производственным процессам.

Мелкие Л. э., идущие в главной массе для целей радиоприема (усилительные), изготавливаются теперь почти исключительно с никелевыми внутренними электродами, с применением различного рода легкоплавких стекол для баллона и ножки, на которой собирается вся конструкция. Наиболее часто употребляются стекла, идущие в производстве осветительных ламп накаливания [напр. для колбы: 69,8%  $SiO_2$ , 1,56%  $Al_2O_3$ , 0,42%  $Fe_2O_3$ , 5,93%  $CaO$ , 3,55%  $MgO$ , 18,6%  $(K_2O + Na_2O)$ ; для ножки: 57,3%  $SiO_2$ , 5,02%  $Al_2O_3$ , 0,54%  $Fe_2O_3$ , 0,56%  $CaO$ , 21,56  $PbO$ , 0,18%  $MgO$ , 16,68%  $(K_2O + Na_2O)$ ]. Станки для обработки стекла (нарезка и развертка трубок, штамповка ножек, запайка в баллон) аналогичны станкам, применяемым в производстве осветительных ламп накаливания, равно как и автоматы для нарезки и сварки между собой проволок, идущих для изготовления вводов Л. э. (никель, платинит и медь). Механич. обработка деталей мелких Л. э. сводится к штамповке на небольших настольных прессах, специально приспособляемых к изготовлению детали данного типа. Для укрепления деталей широко применяется контактная электросварка. При изготовлении Л. э. весьма существенным является соблюдение большой чистоты при сборке: органическая и минеральная пыль, жиры (отпечатки пальцев) и окислы делают крайне затруднительным получение высокого вакуума при откачке прибора. В зависимости от рода примененного в данной Л. э. катода операция откачки сильно видоизменяется.

Лампы с чисто вольфрамовым катодом подвергаются откачке и обезгаживанию электродов на устройстве, схематически показанном на фиг. 19. Л. э.  $a, \dots, a$  напаяются со штенгелями на отрезки коллекторной трубы  $K$ , присоединенной через ловушку  $D$  к насосу  $L$  высокого вакуума, выхлопной патрубков которого откачивают вспомогательным насосом  $M$ . Подъемный колпак  $B$  с электрическим или газовым подогревом позволяет прогреть лампы  $a, \dots, a$  до 360—450° в первой стадии откачки, имеющей целью удалить

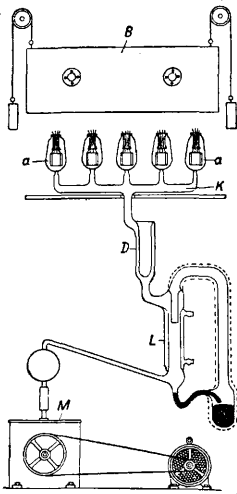
из ламп пары и газы, адсорбированные стеклом. В качестве насосов высокого вакуума применяются молекулярные насосы Геде и Хольвега или же ртутные конденсационные Лангмюра; последние получили особенно широкое распространение. Вторая стадия откачки электронных ламп имеет целью удалить газы растворенные, адсорбированные и химически связанные металлом внутренних частей ламп. Наиболее часто для этой цели применяется продолжительное прокаливание (для никеля при  $1000-1200^\circ$ ) при непрерывно действующих насосах путем пропуска электронного разряда. Деталь, подвергающаяся прокатке, сообщается с положительным полюсом источника тока высокого напряжения (500—3 000 V) и служит анодом, в то время как катод накален от отдельного источника и присоединен к минусу высоковольтной цепи. Энергия, выделяемая электронами на аноде, зависит как от приложенного к лампе напряжения, так и от величины электронного тока. Последний легко может быть изменен регулированием  $i^2$  катода, чем обычно и пользуются во время откачки. Во избежание проникновения в коллектор K паров ртути ловушку D во время обезгаживания наполняют жидким воздухом. Окончание процесса узнают по отсутствию вторичной ионизации при накаленных электродах, после чего лампы отделяют от коллектора переплавлением суженных мест трубок, которые служили для откачки (отпайка). При размягчении стекла в момент отпайки значительные количества газов (преимущественно  $H_2$  и CO) выделяются из него внутрь Л. э., где отчасти подвергаются адсорбции поверхностью электродов и стекла, отчасти же остаются свободными. Поэтому вакуум в лампах, отпаянных от насоса, значительно хуже, чем в последние минуты откачки. Исправление вакуума в отпаянных электронных лампах достигается (обычно уже после всех отделочных операций, часть которых сопровождается нагреванием) и также способствует ухудшению вакуума) операцией «жестчения», или «тренировки». Последняя чаще всего сводится к включению ламп на нормальный или несколько форсированный рабочий режим на время от 30 мин. до 2 час.

Л. э. с торированным вольфрамовым катодом обычно не подвергаются обезгаживанию пчью для удаления паров и газов с поверхности стекла. В таком виде лампы отпаяются и уже в отпаянном их состоянии металл. части ламп подвергаются раскаливанию. Выделяющиеся при этом газы поглощаются металл. магнием или кальцием, кусочек к-рого предварительно, при сборке

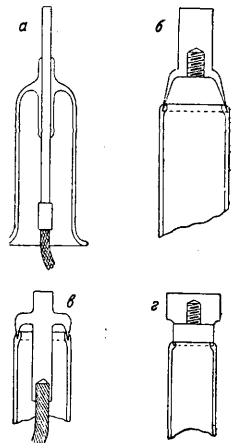
ламп, укрепляют на одном из электродов. Благодаря применению магния Л. э. с такого рода откачкой имеют характерный зеркальный налет на стекле. Производство Л. э. этого рода может с успехом выполняться на автоматич. откатных станках, применяемых в производстве осветительных ламп; при этом нет необходимости пользоваться насосами высокого вакуума, т. к. при разрежении порядка 0,01 мм (масляный насос) в отпаянной лампе применение магния обеспечивает получение окончательного давления в 0,000001 мм. Нагревание электродов производится чаще всего при помощи наведения токов высокой частоты. Жестчение ламп сопровождается кратковременным перекалом ( $2800^\circ$  на 2—3 сек.) катода, благодаря чему восстанавливается часть окислительной корки, образовавшейся в дальнейшем, согласно теории Лангмюра, мономолекулярный слой на поверхности катода.

При производстве Л. э. с оксидным катодом в настоящее время пользуются двумя способами нанесения окисного слоя на металлическое основание. Старый прием нанесения окислов Ba, Sr и Ca заключается в механич. покрывании поверхности проволоки или ленты (платина, никель) эмульсией  $BaCO_3$  и  $SrCO_3$  в воде или парафиновом масле с последующей прокаткой в атмосфере  $CO_2$  или в воздухе. Как видоизменение этого способа применяется наплавление слоев  $BaNO_3$  и других легко разлагающихся солей. Новый способ исходит из металл. бария, конденсирующегося на проволоке, служащей основной катодом, внутри Л. э., где он и подвергается окислению либо за счет кислорода ранее нанесенных легко восстанавливаемых окислов (CuO) либо кислородом воздуха. Для получения металл. бария при втором способе исходят из азиды бария ( $BaN_3$ ), разлагающегося при нагревании лампы во время откачки ( $192-208^\circ$ ). Последующая возгонка бария производится одновременно с обезгаживанием электродов при помощи токов высокой частоты. Лампы с оксидными катодами снабжены обычно магниевым поглотителем, приводимым в действие иногда до отпайки от насосной системы.

Производство Л. э. средней (50—1 000 W) и большой (3—100k W) мощности включает ряд технологич. тонкостей, в большинстве сохраняемых фирмами в секрете. Введение внутрь Л. э. значительных сил тока для накаливания катода осуществляется как путем подбора специальных стекол, допускающих впайку толстых металл. стержней, так и путем специальных конструкций вводов. На фиг. 20 изображены различные типы применяемых теперь впаев металла в стекло: а—м о л и б д е н а (диам. стержней



Фиг. 19.



Фиг. 20.



до 6 мм)—для чего пользуются стеклом с низким коэф-том расширения [ $\alpha = (100 \div 160) \cdot 10^{-7}$ ] и впаи делают через вводные стаканчики, б—меди, для впаив которой безразличен сорт стекла, в—феррома (25% Cr, 1% Si, 0,3% C) и з—платины, для впаивания которых применяются стекла с коэффициентом расширения в пределах  $(250 \div 270) \cdot 10^{-7}$ . При помощи станка с двумя симметрично вращающимися патронами, расположенными на одной горизонтальной оси, достигнуто изготовление впаев типов «б», «в» и «з» диаметром до 100 мм. Этими же приемами впайки пользуются для соединения анодных цилиндров со стеклянными баллонами в лампах с водяным охлаждением.

Рабочие электроды Л. э. изготавливаются преимущественно из тугоплавких металлов. Наибольшее удобство в работе дает тантал, однако дорогостояща его заставляет часто применять никель, молибден и вольфрам. Детали, не подверженные сильному разогреву при работе Л. э. и служащие преимущественно для крепления электродов, изготавливаются предпочтительно из нержавеющей сплавов. Широко распространены в последнее время получил сплав «монель». До окончательной сборки металлич. части Л. э. тщательно обезжиривают и восстанавливают продолжительной прокалкой в водороде или в вакууме.

Откачка мощных Л. э. ведется аналогично откачке усилительных с вольфрамовым катодом, но благодаря значительным массам металла электродов процесс обезгаживания длится от 2 до 10 час. В зависимости от материала электродов тепловая нагрузка их, достигаемая при помощи электронной бомбардировки, различна и определяется как  $i_{н.э.}^2$  электрода, так и упругостью паров накаливаемого металла. Приблизительные нормы нагрузок при обезгаживании и для готовой лампы приведены ниже.

Нормы тепловых нагрузок.

Материал	Нагрузка при обезгаживании		Допустимая рабочая нагрузка	
	W/cm <sup>2</sup>	°C	W/cm <sup>2</sup>	°C
Никель	3,0—3,5	1 000—1 200	1,2—1,8	750—850
Молибден	35—45	2 000—2 200	4—5	1 000—1 150
Тантал	60—70	2 200—2 300	9—12	1 400—1 500
Вольфрам	85—100	2 300—2 400	15—20	1 500—1 600

Существенную роль при обезгаживании играют примеси к металлу электрода. Так например содержание в никеле примеси марганца от 0,3 до 0,4% делает его совершенно негодным для изготовления электродов, подвергающихся нагреву при работе прибора. Равным образом примеси железа, никеля, углерода к молибдену, танталу и вольфраму вызывают недопустимо большое отложение металла на внутренних стенках баллона Л. э. Ради увеличения коэф-та лучеиспускания анодов применяют различного рода покрытия и матировку их (хромирование, чернение и травление). Некоторые способы обработки поверхности помимо увеличения теплоотдачи анода понижают также и упругость паров металла анода.

При откачке Л. э. существенно влияет на обезгаживание металла не только достигнутая к концу процесса температура, но также и величина приложенного анодного напряжения. Лампа, переставшая отдавать газ при данном напряжении, вновь начинает «газить» при повышении вольтажа. Поэтому к концу откачки постепенно поднимают напряжение, доводя его до двойного против максимального рабочего. Некоторые фирмы вместо этого применяют для трехэлектродных ламп откачку при генераторном режиме. Последний способ дает то преимущество, что позволяет при соответствующем подборе элементов колебательного контура прокалить емкостными токами те детали ламп, которые обычно остаются ненагретыми электронной бомбардировкой во время откачки, при работе же готовой лампы будут подвержены более или менее сильному нагреву.

Производство Л. э. в СССР начато в 1919 г. В настоящее время оно сосредоточено на предприятиях Всесоюзного электротехнич. объединения: электровакуумн. з-де «Светлана» в Ленинграде и Электрозаводе в Москве.

Конструкции Л. э. в последние годы сильно меняются и в настоящее время еще не стабилизировались.

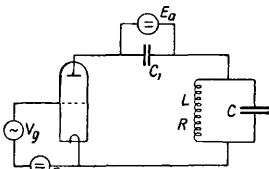
Лит.: Dunoer L., La technique du vide, P., 1924; Goetz A., Physik u. Technik d. Hochvakuum, 2 Aufl., Brschw., 1926; Dushman S., Die Grundlagen d. Hochvakuumtechnik, B., 1926; Kaye G. W., High Vacua, L., 1927.

С. Веншинский.

**ЛАМПОВЫЙ ГЕНЕРАТОР**, устройство, применяемое гл. обр. в радиотехнике для получения колебаний высокой частоты; он же используется в большинстве случаев, когда необходимо преобразование энергии постоянного тока в энергию тока переменного высокой или низкой частоты. Л. г. получил поэтому широкое применение в области электр. измерений (радио, телефонных, телеграфных и т. д.).

**Основные определения и расчеты Л. г. с независимым возбуждением.** Основной Л. г. является электронная лампа, к к-рой прикладывается постоянное анодное напряжение и переменное напряжение на сетку. Под влиянием этих двух напряжений анодный ток становится пульсирующим и переменная слагающая анодного тока направляется в нагрузочное сопротивление. В качестве нагрузочного сопротивления применяют обычно контур, настроенный на основную частоту анодного тока, т. е. на частоту напряжения на сетке.

Наиболее простой схемой является схема, изображенная на фиг. 1, в которой электронная лампа, источник постоянного тока  $E_a$  и сопротивление в виде контура, настроенного в резонанс на основную частоту, соединены последовательно. Конденсатор  $C_1$  служит для пропускания токов высокой частоты и для защиты от них источника постоянного тока. При отсутствии переменного напряжения на сетке через электронную лампу проходит постоянный ток (в частном случае



Фиг. 1.

равный нулю), определяемый напряжением на аноде и постоянным напряжением (сдвигом) на сетке. Под влиянием переменного напряжения на сетке появится переменная слагающая анодного тока, которая вызовет большое падение напряжения на контуре, т. к. его сопротивление  $Z$  вследствие резонанса токов очень велико. Т. к. падение напряжения, получающееся при прохождении постоянного тока через контур, очень мало, то можно считать, что напряжение источника постоянного тока равно постоянной слагающей напряжению на аноде  $E_a$ . Если постоянная слагающая анодного тока (среднее значение анодного тока) равна  $I_0$ , то мощность, подводимая к лампе,

$$W_0 = E_a \cdot I_0. \quad (1)$$

Мощность  $W_{неп.}$  переменного тока  $I_1$  основной частоты, отдаваемая лампой контуру,

$$W_{неп.} = \frac{V_a I_1}{2} = \frac{I_1^2 Z}{2} = \frac{V_a^2}{2Z}, \quad (2)$$

если  $Z$  — чисто активное сопротивление, а слагающая основной частоты анодного тока  $I_1$  и слагающая основной частоты анодного напряжения  $V_a$  сдвинуты точно на  $180^\circ$ . Если сопротивление  $Z$  не чисто активное, необходимо правую часть ур-ия (2) умножить на  $\cos \varphi_a$  ( $\varphi_a$  — угол сдвига фаз).

Задача, к-рая обычно ставится при расчете Л. г., заключается или в том, чтобы для необходимой колебательной мощности взять наименьшее возможное число ламп или чтобы с данной электронной лампы (генераторной лампы) взять наибольшую мощность переменного тока. Важным является также кпд генератора не только вследствие того, что приходится считаться с количеством подводимой энергии, но и потому, что неиспользованная часть энергии расходуется в виде тепла, нагревая аноды ламп, а каждая лампа может допустить лишь определенное максимальное рассеяние мощности на аноде. Кпд Л. г. равен

$$\eta = \frac{W_{неп.}}{W_0} = \frac{V_a I_1}{2 E_a I_0} \quad (3)$$

и следовательно тем больше, чем больше отношение

$$\xi = \frac{V_a}{E_a}, \quad (4)$$

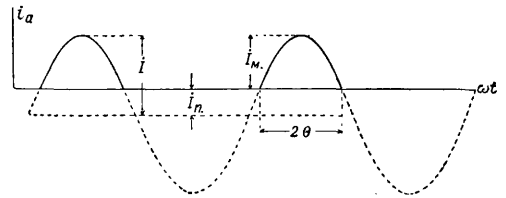
называемое коэффициентом использования напряжения. Величина  $\xi$  выбирается меньше единицы, так как нежелательно, чтобы анодное напряжение было хотя бы часть периода отрицательным. Б. ч. выбирают генераторный режим так, чтобы наименьшее напряжение на аноде было больше наибольшего напряжения на сетке, т. е.

$$E_a - V_a = E_a(1 - \xi) > E_g + V_g, \quad (5)$$

где  $E_g$  — постоянное напряжение на сетке,  $V_g$  — амплитуда переменного напряжения на сетке. В нек-рых случаях, гл. обр. когда желательна, чтобы изменение нагрузки  $Z$  мало влияло на ток в контуре, допускают преобладание сеточного напряжения над анодным некоторую часть периода. Этот режим носит название переапряженного режима; в отличие от него режим, определяемый неравенством (5), носит название недоапряженного режима. В общем же для высоковольтных ламп (при 10 000 В и более на аноде) коэф. использова-

ния напряжения бывает обычно около 0,9; для низковольтных ламп он понижается. Кпд зависит также от отношения  $\frac{I_1}{I_0}$ , которое д. б. больше единицы, т. к. иначе кпд будет меньше 50%. Для того чтобы отношение  $\frac{I_1}{I_0}$  было больше единицы, необходимо, чтобы сила анодного тока часть периода была равна нулю, причем, чем больше эта часть периода, тем больше отношение  $\frac{I_1}{I_0}$ , тем больше кпд, но тем меньше по абсолютной величине  $I_1$ , а следовательно тем меньше получаемая мощность.

Часть периода, в течение которой сила тока не равна 0, определяется углом  $2\theta$  (фиг. 2),



Фиг. 2.

причем угол  $\theta$  носит название угла отсечки и тока. Если ту амплитуду силы тока, к-рая была бы, если бы лампа сохранила одинаковую проводимость как для положительных, так и для отрицательных значений управляющего напряжения, обозначить через  $I$ , то максимальное значение силы анодного тока получается равным

$$I_m = I(1 - \cos \theta). \quad (6)$$

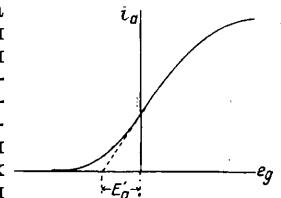
Амплитудное значение силы тока основной частоты равно

$$I_1 = I \frac{\theta - \sin \theta \cos \theta}{\pi}. \quad (7)$$

Постоянная составляющая силы анодного тока равна

$$I_0 = I \frac{\sin \theta - \theta \cos \theta}{\pi}. \quad (8)$$

Равенства (6), (7), (8) выведены в том предположении, что анодный ток изменяется по синусоиде, а это соответствует предположению прямолинейности характеристики электронной лампы (фиг. 3). В действительности эта характеристика криволинейна, и для



Фиг. 3.

для расчета приходится ее спрямлять, как показано на фиг. 3 пунктиром. Однако получаемая при этом ошибка для обычных генераторных ламп невелика и находится в пределах точности расчета генератора. При желании более точный расчет можно произвести по данным характеристикам лампы (Меллер, Принс) или заменяя их полукубической параболой (Львович).

Расчет Л. г. при заданной мощности по прямолинейным характеристикам можно произвести так: по выбранному  $\eta$  и  $\xi$  можно найти угол  $\theta$ , т. к.

$$\eta = \frac{1}{2} \cdot \frac{\theta - \sin \theta \cos \theta}{\sin \theta - \theta \cos \theta}$$

по величине  $\xi$  и  $E_a$  находим  $V_a$ , а затем  $I_1$ ,  $I$  и  $I_0$ . Величина постоянного напряжения на сетке определяется по току покоя

$$I_n = -I \cos \theta, \quad (9)$$

так как

$$E_g = E'_g + \frac{I_n}{S}, \quad (10)$$

где  $E'_g$  — напряжение на сетке, при котором характеристика электронной лампы, снятая при рабочем анодном напряжении, пересекает ось абсцисс. Амплитуда переменной слагающей напряжения на сетке равна

$$V_g = DV_a + \frac{I}{S}. \quad (11)$$

Необходимо выполнить три условия: 1) условие недонапряженного режима, данное неравенством (5); 2) условие максимального допустимого рассеяния на аноде

$$W_a = W_0 - W_{пер} < W_{a \max}, \quad (12)$$

где  $W_{a \max}$  — допустимое рассеяние на аноде для данного количества и типа ламп; 3) условие максимального тока, к-рый не должен превосходить тока насыщения данных ламп, т. к. иначе необходимо вести расчет по более сложным ф-лам:

$$I_m \leq I_s. \quad (13)$$

При решении второй задачи (см. выше) мощность, которую можно получить от данной лампы, определяется из следующих соображений: амплитуда силы тока основной частоты обычно не больше половины тока насыщения, амплитуда переменного напряжения не больше постоянного напряжения на аноде. Т. о. максимальная колебательная мощность, к-рую можно получить от лампы, равна

$$W_{пер. \max} \cong \frac{E_a I_s}{4}. \quad (14)$$

Обычно снимаемая с лампы мощность при хорошем кпд несколько меньше:

$$W_{пер} \cong 0,2 E_a I_s. \quad (15)$$

Настройка Л. г. достигается правильным подбором переменного и постоянного напряжений на сетке и переменного напряжения на аноде. Последнее определяется величиной сопротивления в анодной цепи. Если это сопротивление представляет собой резонансный контур, в одной цепи которого самоиндукция и активное сопротивление, а в другой самоиндукция, сопротивление и емкость (фиг. 4), то эквивалентное сопротивление такого контура равно

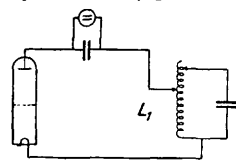
$$Z = \frac{(\omega L_1)^2}{R}, \quad (16)$$

где  $R$  — полное активное сопротивление контура, а  $L_1$  — самоиндукция цепи, в к-рой нет емкости. Если во второй цепи нет самоиндукции (фиг. 1), то ф-ла (16) несколько упрощается:

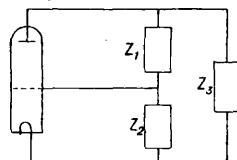
$$Z = \frac{L}{CR}. \quad (17)$$

Постоянное напряжение на сетке дается или при помощи какого-либо источника постоянного тока (аккумуляторы, динамомашинка и т. д.) или чаще создается при помощи утечки сетки — *гридлика* (см.). Переменное напряжение на сетку может подаваться от какого-либо постороннего генератора высокой частоты или м. б. взято от колебательного кон-

тура самого генератора. В первом случае Л. г. называется генератором с независимым возбуждением, во втором случае — с самовозбуждением. Генератор с независимым возбуждением является просто усилителем высокой частоты, однако разница между первым и вторым есть: цель усилителя — получить наибольшую мощность при данном переменном напряжении на сетке, задачей же генератора с независимым возбуждением является получение от данной лампы возможно большей мощности при любом необходимом возбуждении (при любом напряжении на сет-



Фиг. 4.



Фиг. 5.

ке). Схема расчета Л. г. с независимым возбуждением приведена выше; расчет же Л. г. с самовозбуждением аналогичен расчету Л. г. с независимым возбуждением.

Л. г. с самовозбуждением был изобретен Мейснером в 1913 г., но развитие получил во всех странах самостоятельно. Если часть  $Z_2$  колебательного контура, состоящего из сопротивлений  $Z_1$ ,  $Z_2$  и  $Z_3$ , соединить с сеткой и катодом электронной лампы (фиг. 5), то отношение переменного напряжения на сетке к переменному напряжению на аноде с обратным знаком будет равно

$$-\frac{V_g}{V_a} = -\frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}. \quad (18)$$

Эта величина носит название коэффициента обратной связи:

$$k = -\frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}. \quad (19)$$

Согласно ур-ию Валлаури, для электронной лампы

$$I = SV_g + \frac{V_a}{R_i}. \quad (20)$$

При колебаниях первого рода (см. *Колебания электрические*)  $V_a = -IZ$ . Таким образом

$$-\frac{V_g}{V_a} = \frac{1}{S} \left( \frac{1}{R_i} + \frac{1}{Z} \right) = D + \frac{1}{SZ}. \quad (21)$$

$D$ ,  $S$ ,  $R_i$  — параметры лампы: проникаемость, крутизна и внутреннее сопротивление,  $Z$  — эквивалентное сопротивление контура. Из ур-ия (21) получаем основную ф-лу самовозбуждения, данную Баркгаузеном:

$$k = D + \frac{1}{SZ}. \quad (22)$$

Для колебаний второго рода эта ф-ла несколько изменяется, т. к.  $V_a = -I_1 Z$ , где  $I_1$  — амплитуда силы тока основной частоты. Согласно ур-ию (7) отношение

$$\frac{I_1}{I} = \alpha = \frac{\theta - \sin \theta \cos \theta}{\pi} \quad (23)$$

и ур-ие (21) принимает вид:

$$-\frac{V_g}{V_a} = D + \frac{1}{\alpha SZ}.$$

Т. к.  $\alpha < 1$ , то крутизна как будто бы уменьшилась, что и следовало ожидать, т. к. при колебаниях второго рода рабочая точка находится вблизи нижнего сгиба характеристики

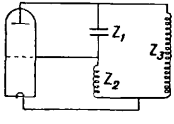
ки. Вводя понятие о средней крутизне и среднем сопротивлении (о сопротивлении переменному току) при колебаниях второго рода

$$R_{пер.} = \frac{R_i}{\alpha}, \quad S_{пер.} = \alpha S, \quad (23)$$

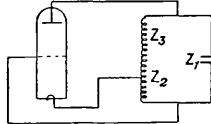
ф-лу Баркгаузена можно написать так:

$$k = D + \frac{1}{S_{пер.} Z} \quad (22')$$

Если коэф. обратной связи не достигает величины, определяемой ур-ием (22), колебания не возбуждаются; если он больше, чем

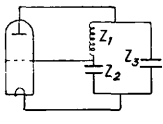


Фиг. 6а.

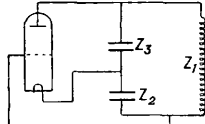


Фиг. 6б.

это необходимо для удовлетворения ур-ия (22), колебания определяются ур-ием (22'), которое дает величину средней крутизны, а следовательно и угла отсечки  $\theta$  и режима генератора;  $k$ , вообще говоря, есть величина комплексная но предполагая, что  $Z$  представляет чисто активное сопротивление, можно считать его действительным и положительным числом. Из ур-ий (18) и (19) очевидно, что  $V_g$  и  $V_a$  д. б. сдвинуты по фазе на  $180^\circ$ , как это и должно быть, так как  $V_g$  — в фазе с анодным током, а переменное напряжение на



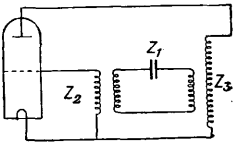
Фиг. 7а.



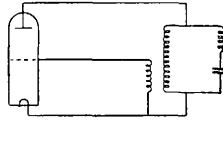
Фиг. 7б.

аноде  $V_a$  д. б. противоположно по фазе анодному току  $I_1$ , чтобы электронная лампа была генератором.

Из ур-ия (19) видно, что 1)  $Z_1$  д. б. противоположно по знаку  $Z_2$  и 2)  $Z_1$  по абсолютной величине д. б. больше  $Z_2$ , а следовательно для достижения резонанса  $Z_3$  должно по знаку совпадать с  $Z_2$ . Т. о. сразу определяются две схемы генераторов с самовозбужде-



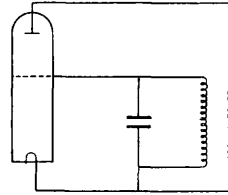
Фиг. 8.



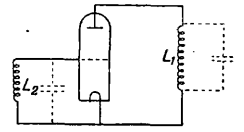
Фиг. 9.

нием. Первая схема, в которой  $Z_2$  — индуктивное сопротивление и следовательно  $Z_1$  — емкостное, а  $Z_3$  — также индуктивное, носит часто название схемы Гартлея, или трехточечной схемы (фиг. 6а и 6б). Вторая схема, в которой  $Z_2$  — емкостное сопротивление и следовательно  $Z_1$  — индуктивное, а  $Z_3$  — емкостное сопротивление, носит часто название схемы Кольпица, или емкостной трехточечной схемы (фиг. 7а и 7б). Схема Мейснера, к-рая была предложена первой, соответствует трехточечной схеме, но вместо автотрансформаторных связей  $Z_2$  и  $Z_3$  в ней использованы

индуктивные связи (фиг. 8). Если сопротивление  $Z_3$  остается в виде автотрансформаторной связи, то получается весьма употребительная схема с индуктивной связью сетки и с контуром в анодной цепи (фиг. 9). Наоборот, если  $Z_2$  остается, то получается генератор с контуром в цепи сетки, который имеет очень большое применение в приемниках (фиг. 10). В трехточечной схеме в качестве конденсатора контура можно удовлетворяться в некоторых случаях емкостью анод-сетки электронной лампы, схема принимает тогда простой вид и катушки  $L_1$  и  $L_2$  (фиг. 11) оказываются связанными лишь через упомянутую выше емкость. Для получения более удобного режима часто самоиндукции  $L_1$  и  $L_2$  заменяют контурами (как это указано пунктиром) с тем однако, чтобы их индуктивное сопротивление было ясно выражено. Полученная т. о. схема носит название схемы Кюна. Она часто применяется для получения коротких волн.



Фиг. 10.



Фиг. 11.

Возникновение незатухающих колебаний в схеме генератора с самовозбуждением можно объяснить так: при изменении анодного тока, напр. при включении анодного напряжения или накала, возникает нестационарное явление в колебательном контуре, т. е. получается колебательный разряд конденсатора. Эти колебания при отсутствии связи с цепью сетки были бы затухающими. Напряжение, создаваемое на сетке под влиянием анодного тока, создает колебания анодного тока, способствующие увеличению амплитуды колебаний в контуре, т. е. колебания, совпадающие по фазе с появившимися в контуре. Таким образом изменения анодного тока, доставляющие энергию в контур, превращают затухающие колебания в незатухающие.

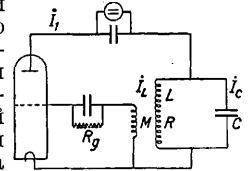
Стабильность частоты. Период незатухающих колебаний зависит не только от самоиндукции и емкости контура, но и от активного сопротивления контура  $R$  и сопротивления переменному току электронной лампы  $R_{пер.}$ . Так, для схемы, изображенной на фиг. 12, получаем для установившихся незатухающих колебаний с угловой частотой  $\omega$  следующие соотношения:

$$I_1 = I_L + I_C,$$

$$I = S V_g + \frac{V_a}{R_i},$$

$$V_a = I_L (R + j\omega L) = -j \frac{1}{\omega C} I_C,$$

$$V_a = j\omega M I_L,$$



Фиг. 12.

где  $I_1, I_L, I_C$  — силы анодного тока и токов в контуре основной частоты. Из этих ур-ий следует:

$$I_C = I_L(j\omega CR - \omega^2 LC),$$

$$I_1 = I_L(1 - \omega^2 LC + j\omega CR).$$

Т. к.  $I = \frac{I_1}{\alpha}$ , то получается нижеследующее основное соотношение:

$$\frac{1}{\alpha}(1 - \omega^2 LC + j\omega CR) = j\omega MS - (R + j\omega L) \frac{1}{R_i}.$$

Мнимая часть этого уравнения дает известную уже ф-лу самовозбуждения (ур-ие 22'):

$$\frac{M}{L} = D + \frac{1}{S_{неп. Z}},$$

так как

$$k = \frac{M}{L} \quad \text{и} \quad Z = \frac{L}{CR}.$$

Действительная часть ур-ия определяет угловую частоту  $\omega$  след. обр.:

$$1 - \omega^2 LC = \frac{\alpha R}{R_i} = \frac{R}{R_{неп.}}$$

Т. о. угловая частота колебаний равна

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{1 + \frac{R}{R_{неп.}}} \quad (24)$$

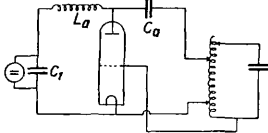
Период колебаний следовательно зависит от режима генератора. Кроме того в уравнениях не учтен ток сетки, который также влияет на период. Вследствие этих обстоятельств период колебаний меняется при изменении накала и анодного напряжения, а также от изменения активного сопротивления контура, не говоря уже об изменении его из-за изменения емкости и самоиндукции контура. Для сохранения стабильности частоты (стабильности волны) Л. г. с самовозбуждением приходится применять ряд мер: 1) гарантировать Л. г. от посторонних влияний, 2) брать источники энергии с большим запасом, 3) устанавливать наиболее устойчивый режим и т. д. Все это возможно при Л. г. малой мощности.

Ламповые передатчики большой мощности обычно строятся как генераторы с независимым возбуждением и делаются многокаскадными. При этом первый каскад представляет собой маленький стабилизированный генератор с самовозбуждением; полученные от него колебания усиливаются последующими каскадами до необходимой мощности. В последнее время очень часто применяется также искусственная стабилизация первого каскада при помощи кварца. Употребляется, хотя и значительно реже, стабилизация камертоном, а иногда и при помощи *магнетострикции* (см.). В больших передатчиках на коротких волнах, а также в современных радиовещательных передатчиках применяются почти без исключения в качестве первого каскада генераторы, стабилизированные кварцем. Сложным вопросом при многокаскадных передатчиках является уничтожение обратного влияния последующих каскадов на предыдущие. Для этого применяется прежде всего экранирование отдельных каскадов, затем *нейтродинирование* (см.) и наконец умножение частоты, большей частью удвоение. При большом количестве каскадов, в особенности при коротких волнах, применяются все три средства; при длинных волнах не делают экра-

нов для больших каскадов, при малом числе каскадов избегают умножения частоты. Нейтродинирование обязательно почти всегда за исключением генераторов с экранированными лампами, к-рые начинают входить в употребление и в передающих устройствах.

Питание Л. г. должно предусматривать питание анодов ламп, питание накала и смещающее напряжение на сетке. Постоянное напряжение на сетке м. б. получено при помощи батареи сухих элементов и аккумуляторов для малых генераторов и при помощи машины постоянного тока для больших генераторов. Для генераторов с самовозбуждением однако правильно получить смещающее напряжение при помощи утечки сетки (т. н. гридлика). Под влиянием напряжения высокой частоты и выпрямляющего действия цепи сетка-нить лампы на сопротивлении  $R_g$  (фиг. 12) появляется постоянное напряжение, равное произведению  $R_g$  на постоянную составляющую тока сетки. Это постоянное напряжение и является отрицательным смещающим напряжением на сетке генератора. Так как при возникновении колебаний смещающего напряжения не будет, то этот процесс сильно облегчается вследствие того, что рабочая точка находится в более крутой части характеристики и обратная связь нужна меньше. Наоборот, при смещении источником постоянного тока при возникновении колебаний рабочая точка находится в невыгодной пологой части характеристики. Смещение при помощи утечки сетки может с успехом применяться и в генераторах с независимым возбуждением за исключением тех случаев, когда необходимо постоянство смещения при меняющейся амплитуде переменной слагающей напряжения на сетке, как это имеет место в радиотелефонных передатчиках с модуляцией в одном из предыдущих каскадов.

Питание накала достигается чаще всего переменным током при помощи трансформаторов, иногда, в особенности для маломощных генераторов, применяется питание постоянным током от аккумуляторов. Питание накала ламп от машины постоянного тока применяется почти исключительно в тех случаях, когда лампа обладает сильным магнетронным эффектом и вследствие этого получается заметный фон при передаче.



Фиг. 13.

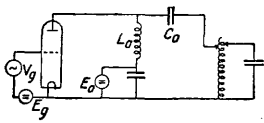
Питание накала ламп от машины постоянного тока применяется почти исключительно в тех случаях, когда лампа обладает сильным магнетронным эффектом и вследствие этого получается заметный фон при передаче.

Анодное питание мощных генераторов подается или от машины постоянного тока высокого напряжения или от выпрямительного устройства; маломощные передатчики могут питаться также и от аккумуляторов или сухих элементов. Источник высокого напряжения может присоединяться последовательно с электронной лампой и контуром (фиг. 1) или параллельно контуру и электронной лампе (фиг. 13). Первый случай носит название схемы с последовательным питанием, второй — схемы с параллельным питанием. В схеме с параллельным питанием прибавляются два новых элемента: блокировочный конденсатор

$C_a$ , к-рый служит для того, чтобы не пропускать постоянного тока в контур, или для того, чтобы высокое напряжение не попало в сетку лампы или замкнулось накоротко, и дроссель высокой частоты  $L_a$ , запирающий путь токам высокой частоты в цепь питания. Работу схемы с параллельным питанием можно объяснить так: под действием постоянного напряжения на аноде и переменного напряжения на сетке анодный ток становится пульсирующим, он разделяется на две части—постоянная слагающая анодного тока пройдет через цепь питания, т. к. блокировочный конденсатор не пропустит постоянного тока в цепь высокой частоты, переменная слагающая пройдет гл. обр. в цепь высокой частоты, так как индуктивное сопротивление дросселя значительно больше сопротивления контура, и лишь малая часть тока высокой частоты пройдет в цепь питания. Вследствие падения напряжения на контуре и на дросселе получается переменная составляющая анодного напряжения, к-рая равна

$$V_a = -I_1 Z = -I_2(j\omega L_a)$$

(падением напряжения на конденсаторе  $C_1$  можно пренебречь, как и активным сопротивлением дросселя). Т. о. в цепи питания включены последовательно два напряжения: постоянное и переменное ( $-j\omega L_a I_2$ ), подобно тому как это имело место и в схеме с последовательным питанием. Расчеты схем с параллельным и последовательным питанием, как видно из этих рассуждений, ничем не отличаются. Еще более рельефной будет роль дросселя  $L_a$ , если схему с параллельным питанием изобразить так, как это сделано на фиг. 14. Очевидно, что контур приключен к лампе через автотрансформатор, которым является дроссель.



Фиг. 14.

При расчете конденсатора  $C_a$  критерием является то, что его реактивное сопротивление д. б. значительно меньше (в 5—10 раз) сопротивления контура  $Z$ . Если это выполнить трудно, то иногда последовательно с конденсатором соединяют самоиндукцию, к-рая компенсирует его сопротивление.

В свою очередь расчет дросселя  $L_a$  основан на том, что его реактивное сопротивление должно быть значительно больше (в 5—10 раз) сопротивления контура  $Z$ . Поэтому для длинных волн, свыше 2 000 м (низких частот  $f < 150$  кц/сек.), дроссель выполняется обычно в виде катушки с железным сердечником; для волн среднего диапазона, а тем более для коротких волн дроссель д. б. без железного сердечника, иначе его собственная емкость может представить сопротивление меньше индуктивного сопротивления дросселя и зашунтировать его. Если передатчик работает всегда на одной волне, возможно дроссель заменить контуром, поставив параллельно дросселю конденсатор или подобрав собственную емкость дросселя так, чтобы получился резонанс на рабочей длине волны. Параллельная схема имеет преимущество перед последовательной, заключающееся в том, что можно заземлить накал лампы, отрицательный полюс источника по-

стоянного тока и одну точку контура. В схеме с последовательным питанием этого сделать нельзя, и поэтому или на контуре имеется высокое напряжение постоянного тока, или нельзя заземлить один полюс источника постоянного тока, что часто ведет к срыву колебаний вследствие случайного заземления. Схема с последовательным питанием имеет то преимущество, что она значительно проще, и для коротких, и в особенности для ультракоротких волн, где требуется применение возможно малого числа проводов и простота схемы, а также звуковых генераторов, где трудно сконструировать дроссель  $L_a$ , применяется почти всегда схема с последовательным питанием.

**Нагрузкой Л. г.** редко бывает просто резонансный контур. Это имеет место лишь в лабораторных приборах: гетеродинах, звуковых генераторах и т. д. В этом случае приобретает весьма важное значение возможность при помощи Л. г. получать большой диапазон частот. Частота определяется постоянными контура при помощи формулы Томсона:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}},$$

так как обычно можно в ф-ле (24) пренебречь отношением  $\frac{R}{R_{неп}}$  по сравнению с единицей. В случае применения Л. г. в передатчиках в качестве контура может применяться антенна.

В этом случае схема является простой с одной ламповой передатчика (фиг. 15). Передатчики, работающие по простой схеме, в настоящее время строятся редко, т. к. антенна, обладающая рядом настроек, легко воспринимает не только основную частоту, но и гармоники, к-рые излучаются и создают излишние помехи приему других станций.

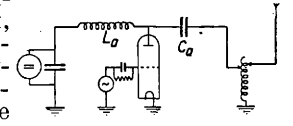
Для избавления антенны от гармоник применяют сложную схему Л. г. В качестве нагрузки при сложной схеме применяется контур, связанный с антенной (фиг. 16). Контур этот носит название промежуточного контура. Этот контур м. б. связан с анодной цепью и антенной

или индуктивно или емкостно. На фиг. 16 приведена схема с двумя индуктивными, на фиг. 17—с двумя емкостными связями.

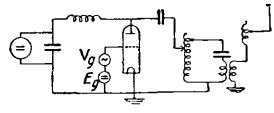
Качество схемы в смысле избавления от гармоник определяется величиной ф и л ь т р а ц и и (см. *Фильтры*)  $F$ , которая равна

$$F = \left| \frac{I_{aN}}{I_{aI}} : \frac{I_{AN}}{I_{AI}} \right|, \quad (25)$$

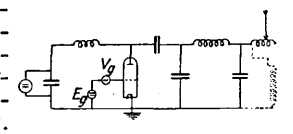
где  $I_{aI}$  и  $I_{aN}$ —силы токов основной частоты и  $N$ -ой гармоники в анодной цепи, а  $I_{AI}$  и  $I_{AN}$ —соответственные величины в антенне.



Фиг. 15.



Фиг. 16.



Фиг. 17.

При двух индуктивных связях приближительная величина фильтрации

$$F = \frac{\pi^2}{\delta_k \delta_A} \left(1 - \eta_k\right) \left(1 - \frac{1}{N^2}\right)^2, \quad (26)$$

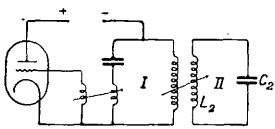
где  $\delta_k$  и  $\delta_A$  — декременты контура и антенны;  $\eta_k$  — кпд контура,  $N$  — номер гармоники. Очевидно, что фильтрация тем больше, чем меньше декременты контура и антенны и чем меньше кпд контура. Замена индуктивной связи емкостной увеличивает фильтрацию в  $N^2$  раз. Следовательно при двух емкостных связях фильтрация будет равна:

$$F = \frac{\pi^2 N^4}{\delta_k \delta_A} \left(1 - \eta_k\right) \left(1 - \frac{1}{N^2}\right)^2. \quad (26')$$

Применение промежуточного контура является основной мерой борьбы с гармониками. Иногда применяются и другие средства: отсасывающие контуры, параллельные или последовательные резонансные цепи, применение симметричной схемы и т. д. В настоящее время на уничтожение излучения гармоник обращают большое внимание, и средства, уменьшающие гармоники, применяются на всех радиостанциях. Применение промежуточного контура при Л. г. с независимым возбуждением не встречает затруднений, при самовозбуждении же появляется особое явление, известное под именем **з а т я г и в а н и я**.

И. Кляцкин.

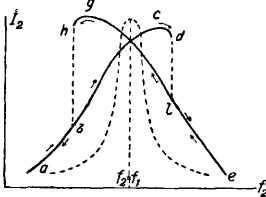
**Затягивание.** Это явление было обнаружено вскоре после изобретения Л. г. На фиг.



Фиг. 18.

18 изображена схема генератора с самовозбуждением, в которой м. б. получено явление затягивания ( $I$  — промежуточный контур,  $II$  — обычно антенна).

При достаточно слабой связи между контурами изменение собственной частоты  $f_2$  и следовательно настройки вторичного контура  $II$  (путем изменения его емкости  $C_2$  или же самоиндукции  $L_2$ ) вызывает изменение в нем тока по кривой **резонанса** (см.), изображенной пунктиром на фиг. 19. При достаточно сильной связи между контурами может быть наблюдаемо явление затягивания, которое заключается в следующем. При увеличении  $f_2$  ток вторичного контура  $I_2$  возрастает согласно ветви  $abcd$ .



Фиг. 19.

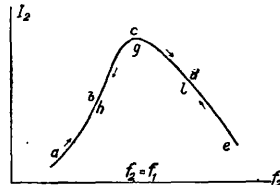
При дальнейшем увеличении  $f_2$  наблюдается резкий обрыв тока  $I_2$  со значения, соответствующего точке  $d$ , на значение, соответствующее точке  $l$ . Далее ток изменяется по кривой  $le$ . Если после этого возвратиться к положению резонанса, то ток  $I_2$  будет изменяться не по первоначальной кривой  $edcba$ , а по кривой  $elgh$ , максимум которой лежит левее резонансной точки. Далее следует в точке  $h$  обрыв тока, после чего ток спадает по кривой  $ba$ . Таким образом кривая тока во вторичном контуре  $I_2$  при изменении его настройки будет сле-

довать согласно ветви  $abcd$ , если приближаться к максимуму, увеличивая его частоту, или по ветви  $elgh$  — уменьшая его частоту. Если установить ток на один из максимумов  $c$  или  $g$ , на мгновение прекратить колебания (напр. путем поднятия ключа) и вновь возобновить, то ток примет не прежнее свое значение, а меньшее, соответствующее нижним ветвям кривой фиг. 19. Максимальные значения тока  $I_2$  не м. б. получены при непосредственном включении генератора. Для их получения ток необходимо «подтянуть», почему и все явление получило название **з а т я г и в а н и я**.



Фиг. 20.

Сущность явления затягивания основана на двузначности связанной системы, образованной двумя колебательными контурами, т. е. на ее способности колебаться двумя частотами **связи** (см.). Одна из них носит название **укороченной частоты связи**, т. к. она короче любой из собственных частот связанных контуров, а другая — **удлиненной**, т. к. она длиннее любой из собственных частот связанных контуров. Л. г., присоединенный к такой связанной системе (фиг. 18), при достаточной обратной связи на сетку может самовозбуждаться с одной из этих двух волн связи. При изменении настройки вторичного контура в той последовательности, как было приведено выше, генератор вначале возбуждает удлиненную частоту связи. При этом при увеличении  $f_2$  частота



Фиг. 21.

меняется по кривой  $a_1 b_1 c_1 d_1$  (фиг. 20), что соответствует изменению тока по ветви  $abcd$  (фиг. 19). В точке  $d_1$  происходит скачок частоты (на фиг. 19 это соответствует обрыву тока в точке  $d$ ), и генерируемая частота с удлиненной резко меняется на укороченную. Аналогичная картина получится, если следовать в обратном направлении по кривой укороченных частот  $e_1 l_1 g_1 h_1$ . В точке  $h_1$  происходит скачок частоты, соответствующий обрыву тока в точке  $h$  на фиг. 19. Далее колебания следуют по кривой удлиненных частот  $b_1 a_1$ . Петля  $b_1 d_1 l_1 h_1$  носит название **петли з а т я г и в а н и я**. Затягивание характеризуется главн. образ. наличием петли затягивания, но наблюдаются случаи затягивания, когда оба максимума тока  $I_2$  (точки  $c$  и  $g$  на фиг. 19) сливаются и кривая тока напоминает обычную кривую резонанса (фиг. 21). В этом случае затягивание можно обнаружить только с помощью волномера. На практике затягивание чрезвычайно нежелательно. При настройке станции ток в антенне (контур  $II$ ) устанавливают на максимум; если при этом имеет место затягивание, то подобранный максимум является неустойчивым. При работе ключом, как было описано выше, ток перескакивает с максимума на нижнюю ветвь фиг. 19 при одновременном изменении ча-

стоты генератора, как это следует из фиг. 20. В этом случае затягивание легко обнаруживается по показанию амперметров. Значительно труднее обнаружить затягивание, когда имеет место только петля затягивания, а ток антенны изменяется подобно фиг. 21. Тогда при работе ключом показания антенного амперметра останутся неизменными, но частота генератора, т. е. излучаемая волна, будет неустойчива. Незначительные изменения в режиме генератора (качение антенны, колебание напряжения накала) могут вызывать перескок на другую волну. Прием радиосигналов в этом случае, как и в предыдущем, будет неустойчив.

Наиболее простым способом избавления от затягивания служит ослабление связи между антенным и промежуточным контурами. С ослаблением связи, после некоторого значения, называемого критическим, система из двуволнистой становится одноволнистой, почему и не м. б. явления затягивания. Критич. связь выражается следующим равенством

$$k_{кр.} = \frac{R_A}{\omega \cdot L_A} = \frac{\delta_A}{\pi}$$

(где  $R_A$ —сопротивление,  $L_A$ —самоиндукция и  $\delta_A$ —декремент затухания антенны,  $\omega$ —генерируемая частота) и характеризует равенство колебательной энергии в промежуточном контуре и антенне, т. е. вольт-амперы промежуточного контура равны вольт-амперам антенны; при этом

$$\frac{I_A}{I_1} = \sqrt{\frac{C_A}{C_1}},$$

что и является достаточным показателем правильно выбранной связи. Существуют и другие способы избавления от затягивания, напр. обратную связь на сетку давать не от промежуточного контура, а от антенного или дать так назыв. смешанную обратную связь от промежуточного и антенного контуров; при этом создаются условия, благоприятные для самовозбуждения одной из частот связи и ухудшенные для другой. Однако эти способы технически затруднительны и на практике обычно прибегают к ослаблению связи между контурами, что несколько понижает кпд промежуточного контура. Как одна из возможных схем обнаружения явления затягивания была представлена схема (фиг. 18) индуктивной связи первичного контура со вторичным. Явление затягивания однако м. б. обнаружено и в схемах с емкостной связью между контурами.

Условие затягивания определяется обычно из уравнения самовозбуждения катодного генератора. Для схемы, изображенной на фиг. 18, оно выразится:

$$\frac{SM_{10} f_1^2 - 2\alpha_1 - \frac{1}{C_1 R_i}}{2\alpha_2} = \frac{U-1}{U-p} + \frac{1}{2\alpha_2 C_1 R_i} \cdot \left(\frac{1}{U}-1\right),$$

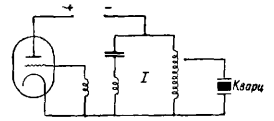
где  $S$  и  $R_i$ —крутизна и внутрен. сопротивление лампы,  $2\alpha_1 = \frac{R_1}{L_1}$  и  $2\alpha_2 = \frac{R_2}{L_2}$ —коэф. затухания контуров,  $f_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}$  и  $f_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}}$ —собственные частоты контуров,  $p = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2$ —

квадрат их отношения,  $U = \left(\frac{\omega}{f_1}\right)^2$ , где  $\omega$ —частота связанных колебаний (генерируемая частота);  $M_{10}$ —коэф. взаимной индукции цепи

сетки с первичным контуром. Для существования затягивания необходимо, чтобы ур-ие самовозбуждения было удовлетворено одновременно для укороченной и удлиненной частот связи в нек-рых пределах изменения  $p$ —петли затягивания. Между  $U$  и  $p$  существует связь, выражаемая равенством

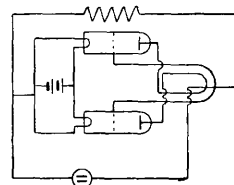
$$U = \frac{1+p}{2\sigma} \left[ 1 \pm \sqrt{1 - \frac{4p\sigma}{(1+p)^2}} \right],$$

где  $\sigma = 1 - k_{12}^2$ ;  $k_{12}$ —коэффициент связи контуров. Как видно из приведенного равенства,  $U$  имеет два значения: одно из них (большее) соответствует удлиненной частоте, другое, со знаком минус перед корнем,—укороченной. График, изображение этого ур-ия представлено на фиг. 20. Как видно из кривой, одна из связанных частот не зависит от изменения настройки контура II (кривая параллельна оси абсцисс). Это свойство независимости генерируемой частоты от изменения параметров контура используется в радиотехнике для целей стабилизации частоты генераторов кварцем (фиг. 22).

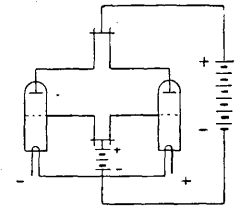


Фиг. 22.

Роль контура II выполняет кварц. Т. к. частота контура II определяется физич. данными кварца и не м. б. изменяема, то петля затягивания м. б. получена лишь при изменении настройки контура I. Декремент затухания кварца чрезвычайно мал (порядка  $10^{-4}$ ), поэтому «критическая связь» кварца с контуром также мала: порядка  $10^{-4} \div 10^{-5}$ . Обычно кварц связывают с контуром так, что коэффициент связи  $k$  больше критического, вследствие чего наступает затягивание. При этом режим генератора устанавливается так, что генерируемая частота связи не зависит от настройки контура I, что и составляет особенность схем включения кварца в режиме затягивания. Затягивание наблюдается



Фиг. 23.



Фиг. 24.

не только у самовозбуждающегося лампового генератора, но и у дугового. Г. Зейтленок.

О с о б ы е в и д ы Л. г. К ним относятся генераторы, использующие *дипатроны* (см.) или *магнетроны* (см.). В этих случаях генерация получается без обратн. связи благодаря тому, что лампа в нек-ром участке имеет падающую характеристику. Впрочем применения эти генераторы не получили. Генераторы для коротких и ультракоротких волн, вообще говоря, не отличаются принципиально от генераторов для длинных волн; чаще применяется симметричная (т. н. пуш-пуллная, двухтактная) схема и в качестве контуров служат маленькие катушки самоиндукции и маленькие конденсаторы, причем в качестве емкости часто служат внутренняя



емкость лампы, собственная емкость катушек и т. д. Типичные схемы для ультракоротких волн Мени и Хольборна приведены на фиг. 23 и 24. Для получения ультракоротких волн применяются также схемы, в которых на анод лампы подается напряжение меньше, чем на сетку, в некоторых случаях отрицательное (схемы Баркгаузена и Курца, Жилия и Морелля), но большого практического применения они еще не получили. Практического применения изложенных схем и типы конструкций соответствующих приборов см. *Передачики в радиотехнике*.

*Лит.:* Баркгаузен Г., Катодные лампы, пер. с нем., т. 2, М., 1928; Фрейман И. Г., Курс радиотехники, 2 изд., М.—Л., 1928; Асеев В. П., Катодные лампы, ч. 2, 2 изд., М., 1928; Пренс Д. С., Электронные лампы как генераторы мощных электромагнитных колебаний, перевод с английского, Л., 1929; Львович Р. В., «ГитТШ», 1925, 28, 29, 33; Кляцкин И. Г. и Минц А. Л., там же, 1927, 42, 1929, 52, 55; Кляцкин И. Г., там же, 1927, 40; Зейтленок Г. А., там же, 1929, 54; Вarkhausen H., Elektronenröhren, В. 2, 3 Auflage, Leipzig, 1928; Möller H. G., Die Elektronenröhren, 3 Auflage, Brschw., 1922; Вarkhausen H., Das Problem d. Schwingungserzeugung, Lpz., 1907; Mogeroff J. H., The Principles of Radio Communication, 2 edition, N. Y., 1927; Banneitz Fr., Taschenbuch d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie, В., 1927; Ollendorf Fr., Die Grundlagen d. Hochfrequenztechnik, В., 1926; Palmer, Wireless Principles a. Practice, L., 1928; Arco, «Jahrb. d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie», В., 1919, В. 14, Н. 6; Вarkhausen H., ibid., Н. 1; Вarkhausen H. u. Kurz, ibid., 1920, В. 15, p. 342; Eichhorn, ibid., 1915, В. 9, p. 393; Möller H., ibid., 1919, В. 14, Н. 4; Vos M. u. Ziegler R., ibid., Н. 6; Herzog, ibid., В. 20, p. 72; Winkel, ibid., В., 1927, В. 30, Н. 1; Polesck, ibid., В. 30, Н. 4; Heegner, ibid., В. 29, Н. 6; Gilli u. Morell, ibid., 1923, В. 21, p. 33; Hill, ibid., 1919, В. 14, p. 47, 157; Coster H., «Physikalische Ztschr.», Lpz., 1919, В. 20, p. 579; Southworth G., «Radio Review», N. Y., 1920, v. 1, p. 577; Armstrong E., «Electr. World», N. Y., 1914, p. 1149; Meissner A., «ETZ», 1919; Rukop H., «Telefunken-Zeitung», В., 1923, 29, p. 24, 33/33, p. 27, 1924, 34/35, p. 45; Rogowsky, «Arch. f. Elektrotechnik», В., 1921, В. 10, Н. 1; Grösser, ibid.; Holborn, «Ztschr. f. Physik», В., 1921, 6, p. 1; Angvina Walmsley, «The Electrician», L., 1925, p. 705; Heising R., «Phys. Review», N. Y., 1920, v. 16, p. 216; Vincent a. Reak, «Proc. of the Royal Society», L., 1925, May, p. 216; Blondel, «CR», 1919, p. 943; Appleton a. vander Pol, «Philosophical Magazine a. Journal of Science», L., 1926, v. 52, p. 201; Tagajski, «Proceedings of the Institute of Radio Engineers», New York, 1924, p. 609.

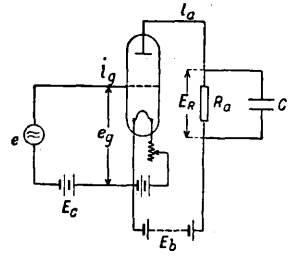
И. Кляцкин.

**ЛАМПОВЫЙ ДЕТЕКТОР.** В Л. д. (см. *Детектор*) используется детекторное действие электронных ламп, которые широко применяются в современных приемных установках также и для других целей (см. *Лампа электропая*). Для целей детектирования находят применение следующие виды электронных ламп: диодные и триодные лампы (жесткие и мягкие со следами газов).

Диодная электронная лампа в качестве Л. д. радиосигналов впервые была предложена Флемингом в 1904 году; в настоящее же время как детектор она почти не применяется. Однако детектирование при помощи триодной лампы, появившейся позже, принципиально не отличается от детектирования при помощи диодной лампы, и теория диодного детектирования м. б. полностью применена к случаю детектирования при помощи триодной лампы.

В настоящее время существуют два основных способа использования триодной лампы, впервые предложенной де-Форестом в

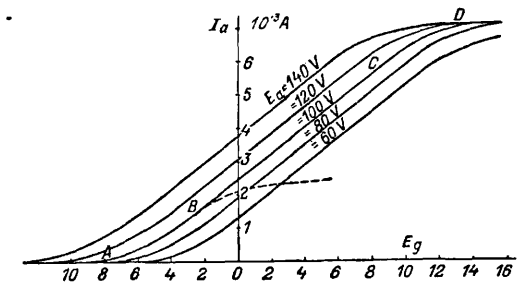
1907 г. в качестве детектора: А) анодное детектирование, или детектирование на изгибах анодной характеристики лампы, Б) сеточное детектирование—на изгибах сеточной характеристики, или детектирование при помощи *гридлика* (см.). В обоих способах детектирование по существу происходит в одной цепи—или в цепи сетки или в цепи анода. Вторая цепь (в первом случае цепь анода, а во втором—цепь сетки) в явлениях детектирования не участвует. В случае анодного детектирования подводимое к цепи сетки электронно лампы напряжение  $E$  сигнала усиливается в  $g$  раз (коэф. усиления) и это усиленное напряжение  $gE$  затем уже выпрямляется в анодной цепи. В случае сеточного детектирования, наоборот, детектирование происходит в цепи сетки благодаря нелинейн. зависимости сеточного тока от напряжения, а затем уже напряжение выпрямленного тока, усиленное в  $g$  раз, передается в анодную цепь. Т. о. оба указанных способа детектирования м. б. сведены принципиально к детектированию в одной цепи, в которой действует сопротивление, не подчиняющееся закону Ома (нелинейность зависимости между силой тока и приложенным напряжением).



Фиг. 1.

А. **Анодное детектирование.** Схема анодного детектирования изображена на фиг. 1. Анодные характеристики, которые дают зависимость  $I_a$  от  $E_g$ , т. е. силы тока в анодной цепи от напряжения на сетке при постоянных  $E_a$ , для распространенной у нас

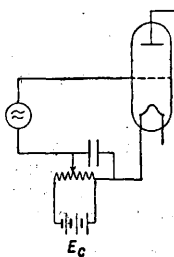
микролампы представлены на фиг. 2. Т. о. анодные характеристики имеют два изгиба: нижний (участок АВ) и верхний (участок CD). Наибольшее распространение в практике радиоприема получили схемы с использованием нижнего изгиба характеристики. При детектировании в нижнем изгибе на сетку лампы обычно необходимо задать некоторое смещающее отрицательное напряжение. Оно задается или путем включения непосредственно в цепь сетки маленькой батареи  $E_c$  с напряжением на зажимах, равным необходимому для хорошего детектирования смещающему напряжению (фиг. 1), или смещающее напряжение подбирается движением ползунка вдоль потенциометра,



Фиг. 2.

микролампы представлены на фиг. 2. Т. о. анодные характеристики имеют два изгиба: нижний (участок АВ) и верхний (участок CD). Наибольшее распространение в практике радиоприема получили схемы с использованием нижнего изгиба характеристики. При детектировании в нижнем изгибе на сетку лампы обычно необходимо задать некоторое смещающее отрицательное напряжение. Оно задается или путем включения непосредственно в цепь сетки маленькой батареи  $E_c$  с напряжением на зажимах, равным необходимому для хорошего детектирования смещающему напряжению (фиг. 1), или смещающее напряжение подбирается движением ползунка вдоль потенциометра,

питаемого батареей  $E_c$ . — так, как это показано на фиг. 3. Для практич. использования верхнего изгиба характеристики обычно необходимо при  $E_g = 0$  уменьшать с помощью



Фиг. 3.

реостата ток накала до тех пор, пока верхний изгиб при уменьшении тока насыщения с уменьшением накала нити не перейдет в точку нулевого напряжения на сетке (см. пунктирную кривую на фиг. 2). Верхний изгиб при положительных потенциалах на сетке практически не удается использовать в виду большой величины

тока сетки при  $E_g$  положительных.

Детектирование синусоидальных колебаний. В анодной цепи зависимость силы тока  $i_a$  от действующего напряжения  $e$  м. б. представлена общей формулой  $i_{a_0} = f(e_s)$ , где  $e_s$  обычно равно  $e_a + g \cdot e_g$ . Тогда  $i_{a_0} = f(e_a + g e_g)$ ;  $i_{a_0}$  — начальный ток в анодной цепи. Если на цепь сетки воздействует эдс сигнала  $e = E \sin \omega t$ , тогда

$$e_a = e_{g1} + E \sin \omega t$$

и

$$i_a = f[e_a + g(e_{g1} + E \sin \omega t)].$$

Изменение тока сравнительно с начальными:  $i_{a_0} - i_a = \Delta i_a$ ;  $\Delta i_a$  вызывается изменением  $\Delta e_s$ , а  $\Delta e_s = g E \sin \omega t$ . Детектирование обязательно нелинейности характеристик лампы. Эдс  $E \sin \omega t$ , накладываясь на первоначальное напряжение в цепи, вызывает среднее квадратичное изменение тока за период:

$$\Delta I_A = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^T f[e_a + g(e_{g1} + E \sin \omega t)] dt = \Phi(e_a, e_g);$$

$\Delta I_A = I_d$  — это постоянная слагающая выпрямленного тока. Функция  $\Phi$  для характеристик, получаемых практически, слишком сложна для того, чтобы можно было в общем виде решить это ур-ие и аналитически изобразить составляющие детекторного тока. Поэтому здесь будут разобраны только некоторые частные случаи, наиболее интересные для практики.

Самый интересный практический случай — это выпрямление малых напряжений сигнала  $\Delta e_s$  (до 1—2 В). Для малых изменений  $\Delta e_s$ ,  $\Delta i_a$  может быть выражено двумя членами степенного ряда:

$$\Delta i_a = \frac{di_a}{de_s} \cdot \Delta e_s + \frac{1}{2} \frac{d^2 i_a}{de_s^2} \cdot \Delta e_s^2.$$

Определив среднее значение  $i$  для одного периода, найдем составляющую постоянн. тока:

$$\Delta I_A = \frac{1}{4} \frac{d^2 i_a}{de_s^2} \cdot g^2 \cdot E^2.$$

Если зависимость  $i_a$  от  $e_s$  выразить формулой, предложенной для ламповых характеристик Валлаури:  $i_a = p(e_s)^{3/2}$ , где  $p$  — постоянный коэф. для данной лампы, то

$$\Delta I_A = \frac{3}{16} \frac{p}{\sqrt{e_s}} \cdot g^2 \cdot E^2.$$

Если в анодную цепь включить нек-рое сопротивление нагрузки  $R_a$  (фиг. 1), то средний ток в анодной цепи  $i'_a$ , без воздействия

сигнала на цепь сетки, получит изменение, определяемое ур-ием  $\Delta e_s = i'_a \cdot R$ , откуда

$$\Delta i'_a = i'_a - i_a = - \frac{di_a}{de_s} \cdot i_a \cdot R_a + \frac{1}{2} \frac{d^2 i_a}{de_s^2} \cdot i_a^2 \cdot R_a^2;$$

$i'_a$  может быть определено из этого уравнения; членом 2-го порядка при этом можно пренебречь, так как практически его влияние в этом случае чрезвычайно мало. Т. о.

$$i'_a \approx \frac{i_a}{1 + \frac{di_a}{de_s} \cdot R_a}.$$

При действии на сетку эдс сигнала

$$\Delta e_s = g \cdot E \cdot \sin \omega t - i'_a \cdot R_a - I_d \cdot R_a.$$

Для определения детекторного тока  $I_d$ , подставив это ур-ие в общее выражение для  $\Delta i_a$ , найдя среднее значение  $\Delta I'_a$  для периода и вычтя из него  $\Delta i_a$ , обусловливаемое включением сопротивления  $R_a$  в отсутствии действия сигнала, найдем:

$$I_d = - \frac{di_a}{de_s} \cdot R_a \cdot I_d + \frac{1}{2} \frac{d^2 i_a}{de_s^2} \cdot g^2 \cdot \frac{E^2}{2} + \frac{d^2 i_a}{de_s^2} \cdot I_d \cdot R_a \cdot i_a.$$

Член, содержащий квадрат  $i_a$ , опущен, так как он чрезвычайно мал. Отсюда можно определить выражение для  $I_d$  в общем виде:

$$I_d = \frac{E_d}{R_d + R_a},$$

где

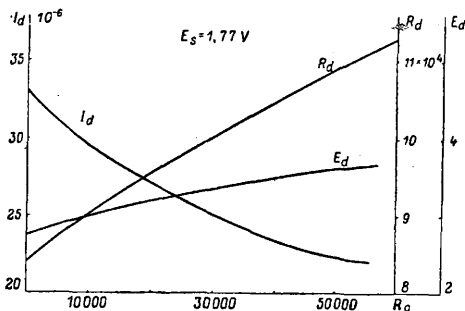
$$R_d = \frac{1}{\frac{di_a}{de_s} - \frac{d^2 i_a}{de_s^2} \cdot R_a \cdot i_a} \quad \text{и} \quad E_d = \frac{1}{2} \frac{d^2 i_a}{de_s^2} \cdot g \cdot \frac{E^2}{2}.$$

Из ур-ия видно, что  $R_d$  от напряжения сигнала не зависит, но изменяется в зависимости от  $R_a$ . При  $R_a = 0$

$$R_d = \frac{de_s}{di_a} \quad \text{и} \quad E_d = \frac{d^2 i_a}{de_s^2} \cdot g^2 \cdot \frac{E^2}{4} \frac{di_a}{de_s}.$$

На фиг. 4 показаны кривые зависимости  $I_d$ ,  $R_d$  и  $E_d$  от  $R_a$ , полученные для лампы с торированной нитью.

Кэф-т полезного действия. Электронная лампа является прибором, детекторный эффект которого обуславливается



Фиг. 4.

величиной напряжения, подводимого сигналом к пространству сетки — нить, в отличие от кристаллич. детектора, действие к-рого обусловлено величиной подводимой энергии. Поэтому кпд лампового детектора д. б. выражен как отношение выпрямленного напряжения на сопротивлении нагрузки  $R$  к

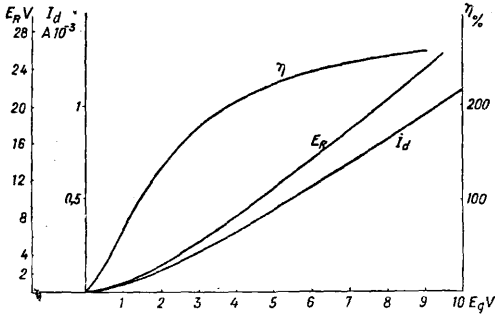
напряжению, подводимому сигналом к сетке. Таким образом

$$\eta = \frac{E_R}{E_g}$$

где

$$E_R = I_d \cdot R_a.$$

На фиг. 5 показаны величины  $\eta$ ,  $I_d$  и  $E_R$  для микролампы при  $R_a = 25\ 000\ \Omega$ . Из рассмотрения кривых видно, что  $\eta$  в Л. д. получается больше 100%. Объясняется это тем, что



Фиг. 5.

действующие значения напряжения, подводимого сигналом к сетке  $E_g$ , при переходе в детектирующую анодную цепь предварительно получают усиление в  $g$  раз. Т. о. для нахождения кпд только одной детекторной цепи полученные величины  $\eta$  для всего устройства лампового детектора нужно было бы разделить на  $g$ .

В случае, если напряжение сигнала промодулировано нек-рой звуковой частотой  $F$  и имеет вид:

$$e = E(1 + M \cdot \sin \Omega t) \sin \omega t,$$

в результате детектирования появятся слабые токи низкой частоты. Суммарный ток слабых низкочастотных токов задает нек-рое падение напряжения на сопротивлении нагрузки в анодной цепи; мгновенное значение этого напряжения здесь будет обозначаться через  $E_{RF}$ . Полное изменение напряжения в этом случае определится ур-ем:

$$\Delta e_s = gE(1 + M \cdot \sin \Omega t) \sin \omega t - i'_a \cdot R_a - I_d \cdot R_a - E_{RF}.$$

В %-ном отношении модуляция вызывает изменение  $E_d$  на  $25 \frac{M^2}{E^2} \%$ . В практике радиотелефона при малых  $M$ , не превышающих обычно 20—50%, это изменение совершенно незначительно. Для очень малых величин напряжений сигнала, действующее значение к-рых меньше 0,05 V, детектирование м. б. изучено аналитически более простыми способами и привести к более удобным практическим соотношениям. Все ур-я для детектированных напряжений и сил токов здесь приводятся к такому виду, что эти последние величины получаются зависящими лишь от квадрата напряжения, подводимого сигналом, и т. н. детекторного коэффициента; последний зависит от второй частной производной статич. характеристики лампы, причем эта производная берется в точке кривой, определяемой заданными постоянными напряжениями в цепях лампы. При детектировании модулированных колебаний выпрямленные эдс и слабые токи зависят так-

же и от коэффициента модуляции. Статич. характеристики лампы в этом случае разлагаются также в степенной ряд, причем для изучения явлений, имеющих место при детектировании, оказывается возможным ограничиться членами лишь до второй степени включительно. В виду того что напряжение сигнала очень мало, частные производные характеристики можно полагать постоянными в пределах тех участков характеристики, где действует напряжение от сигнала.

Детектирование при гетеродинном приеме. Прием незатухающих колебаний в современном радиоприеме осуществляется обычно при помощи наложения на приемный контур колебаний от местного гетеродина. Тогда эдс, подводимая к детектору, получает следующий вид:

$$E = E_1 \cdot \sin \omega_1 t + E_2 \cdot \sin \omega_2 t,$$

где  $E_1$  и  $E_2$ —амплитуды напряжения сигнала и гетеродина, а  $\omega_1$  и  $\omega_2$ —угловые частоты сигнала и гетеродина. После детектирования эти две эдс дают среди других составляющих частот разностную частоту  $\omega_1 - \omega_2$ . Подставив выражение для  $E$  в функцию  $i_a = f(E_g)$  и разложив выражение  $i_a$  в ряд Фурье, можно найти подходящую для приема амплитуду  $I_F$  разностной частоты  $f_1 - f_2$ :

$$I_F = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 i_a}{\partial e_g^2} \cdot E_1 \cdot E_2 - \frac{1}{16} \frac{\partial^4 i_a}{\partial e_g^4} \cdot E_1 \cdot E_2 (E_1^2 + E_2^2).$$

Практика показывает, что явления, имеющие место в действительности, не укладываются в рамки тех соотношений, которые получаются, если ограничиться при рассмотрении настоящего случая только лишь членом второго порядка. Поэтому для данного случая в дальнейшем рассматривается выражение для  $I_F$  при пяти членах ряда. Дифференцируя выражение  $I_F$  по  $E_2$ , можно найти, что  $I_F$  проходит через максимум, когда

$$E_2^2 = \frac{8}{3} \frac{\partial^2 i_a}{\partial e_g^2} \cdot \frac{\partial^4 i_a}{\partial e_g^4} - \frac{E_1^2}{3}.$$

В виду того что  $E_1$  в условиях радиоприема всегда меньше  $E_2$ , можно пренебречь  $E_1^2$  и  $E_1^4$  по сравнению с  $E_2^2$ . Тогда для  $E_{2\ opt}$  и  $I_{F\ opt}$  получится следующее ур-е:

$$E_{2\ opt}^2 = \frac{8}{3} \frac{\partial^2 i_a}{\partial e_g^2} \cdot \frac{\partial^4 i_a}{\partial e_g^4}$$

и

$$I_{F\ opt} = E_1 \left( \frac{1}{2} \frac{\partial^2 i_a}{\partial e_g^2} \cdot E_{2\ opt} - \frac{1}{16} \frac{\partial^4 i_a}{\partial e_g^4} \cdot E_{2\ opt}^3 \right) = 0,518 E_1 \frac{\partial^2 i_a}{\partial e_g^2} \sqrt{\frac{\partial^2 i_a}{\partial e_g^2} \cdot \frac{\partial^4 i_a}{\partial e_g^4}}.$$

При равенстве  $E_1 = E_2$

$$I_F = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 i_a}{\partial e_g^2} \cdot E_1^2 - \frac{1}{8} \frac{\partial^4 i_a}{\partial e_g^4} \cdot E_1^4.$$

Вторым членом можно пренебречь; тогда

$$\frac{I_{F\ opt}}{I_F} = 1,036 \frac{1}{E_1} \sqrt{\frac{\partial^2 i_a}{\partial e_g^2} \cdot \frac{\partial^4 i_a}{\partial e_g^4}}.$$

Т. о., чем слабее сигнал, тем лучший результат дает детектирование при оптимально подобранных амплитудах местного гетеродина; напр. при  $\frac{\partial^2 i_a}{\partial e_g^2} = 0,0616\ \text{mA/V}^2$  и  $\frac{\partial^4 i_a}{\partial e_g^4} = 0,0165\ \text{mA/V}^4$  имеем:

$$\frac{I_{F\ opt}}{I_F} = 21 \text{ при } E_1 = 0,1\ \text{V},$$

$$\frac{I_{F\ opt}}{I_F} = 210 \text{ при } E_1 = 0,01\ \text{V}.$$

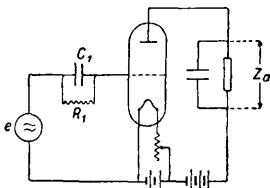
**Б. Сеточное детектирование.** В сеточном детектировании используется нелинейность тока сетки в зависимости от напряжения, приложенного к ее цепи. Эта зависимость м. б. также выражена общей ф-ей  $i_g = f(e_g)$ . Выпрямленные в цепи сетки напряжения сигнала затем уже переходят в анодную цепь, усиливаясь на величину  $g$ . Сеточное детектирование—наиболее распространенный в практике радиоприема метод детектирования, особенно в приемниках, предназначенных для приема радиотелефонных сигналов, т. к. он не требует регулировки смещающих напряжений на сетку (как это имеет место при анодном детектировании) и дает лучшие результаты по чувствительности (в особенности при малых напряжениях от сигнала), чем анодное детектирование. Причина этого заключается в том, что кривизна сеточной характеристики (зависимость  $I_g$  от  $E_g$ ) вблизи нулевых потенциалов на сетке значительно больше кривизны в изгибах анодной характеристики. Так например для лампы микро

$$\frac{d^2 i_a}{d e_g^2} \approx 0,3 \div 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ A/V}^2,$$

тогда как величина  $\frac{d^2 i_a}{d e_g^2}$  достигает значений

$60 \div 70 \cdot 10^{-6} \text{ A/V}^2$ . Однако чувствительность сеточного детектирования не в такой степени превосходит чувствительность анодного детектирования, как это можно было бы ожидать из значений  $\frac{d^2 i_a}{d e_g^2}$  их характеристик. Последнее объясняется тем, что в отношении кпд выгоднее сначала усилить напряжение сигнала, а затем уже выпрямить его, как это имеет место в анодном детектировании.

Для использования нелинейности сеточной характеристики при детектировании в цепь сетки обычно вводится сопротивление, т. наз. *гридлик* (см.), зашунтированное емкостью  $C_1$  порядка 150—300 см (фиг. 6). Выпрямленный ток в цепи сетки вызывает падение напряжения на гридлике,



Фиг. 6.

которое уменьшает сеточный потенциал и тем самым приводит к уменьшению тока в анодной цепи. Для очень малых напряжений от сигнала незатухающих колебаний вида  $e = E \cdot \sin \omega t$  приближенная ф-ла детектирования при гридлике м. б. представлена, если для выражения характеристики воспользоваться только членами степенного ряда до 2-го порядка включительно, ур-ием:

$$\Delta I_a = -\frac{E^2}{4} \cdot \frac{\frac{d^2 I_g}{d e_g^2}}{\frac{1}{r_g} + \frac{d I_g}{d e_g}} \cdot \frac{d I_a}{d e_g}.$$

Знак минус перед второй частью выражения стоит потому, что выпрямленное напряжение вызывает уменьшение анодного тока (это является основным отличием сеточного детектирования от анодного). Здесь  $r_g$ —внешнее сопротивление в цепи сетки. Практика пока-

зала, что кривая зависимости между силой тока сетки  $I_g$  и напряжением  $E_g$ , показанная на фиг. 7, для микролампы лучше всего выражается экспоненциальным уравнением вида  $I_g = a \cdot e^{b E_g}$ , где  $a$ —сеточный ток при  $E_g = 0$  (фиг. 7),  $b$ —коэффициент, характеризующий нарастание тока при увеличении  $E_g$ , и  $\varepsilon$ —основание натуральных логарифмов.

Выражение для  $\Delta I_a$  м. б. по аналогии с выражениями, данными для  $\Delta I_a$  при анодном детектировании, представлено также и след. образом:  $\Delta I_a = E^2 \cdot D$ ; при этом  $D$ , коэффициент детектирования, имеет вид:

$$D = \frac{1}{4} \left[ -\frac{r_g \cdot R_g}{r_g + R_g} \cdot \frac{\partial i_a}{\partial e_g} \cdot \frac{\partial^2 i_g}{\partial e_g^2} \right] = \frac{1}{4} \left[ \frac{r_g \cdot S}{(r_g + R_g) R_g} \cdot \frac{d R_g}{d e_g} \right].$$

Если пользоваться последним ур-ием, то

$$D = b \cdot S \cdot \frac{b \cdot e_g}{1 + b e_g}.$$

Если анодная характеристика в области сеточного детектирования имеет изгиб и в анодной цепи включено сопротивление нагрузки, то коэф. детектирования м. б. представлен ур-ием:

$$D = \frac{R_i}{4(R_i + Z_a)} \cdot \left[ -\frac{r_g \cdot R_g}{r_g + R_g} \cdot \frac{\partial i_a}{\partial e_g} \cdot \frac{\partial i_g}{\partial e_g} + \frac{\partial^2 i_a}{\partial e_g^2} \right].$$

Т. о. кривизна анодной характеристики при сеточном детектировании уменьшает общий детекторный эффект.

Для модулированных колебаний, как и в случае анодного детектирования, для постоянной слагаемой

$$I_d = D \left( 1 + \frac{M^2}{2} \right) \cdot E^2,$$

для слагаемой основной частоты

$$\Delta I_F = D_F \cdot \sqrt{2} \cdot M \cdot E^2.$$

Т. к. величина  $r_g$  при частоте  $F$  определяется емкостью и сопротивлением гридлика, то выражение  $\frac{r_g \cdot R_g}{r_g + R_g}$  в ур-ие для  $D_F$  получит следующий вид:

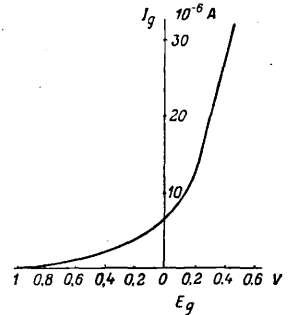
$$\frac{r_g \cdot R_g}{r_g + R_g} = \frac{R_1}{\sqrt{(R_1^2 \cdot C_1^2 \cdot \omega^2 + 1) + R_1 \cdot R_g \left( r_1 + \frac{R_1}{R_g} \right)}}.$$

Из рассмотрения этого выражения можно сделать все выводы относительно выбора наилучших  $R_1$  и  $C_1$  гридлика для различных случаев детектирования (об общих соображениях по этому поводу см. *Гридлик*).

Для случая выпрямления небольших  $E$  (не больше 0,1 V) изменение напряжения на сопротивлении утечки  $R_1$  можно изобразить и общей ф-лой, аналогичной ф-ле, рассмотренной для анодного детектирования

$$e_a = \frac{R_1}{R_d + R_1} \cdot E_d.$$

Здесь, как и прежде,  $R_d$ —действующее внутреннее сопротивление и  $E_d$ —действующая эдс, связанная с сопротивлением  $R_d$ . Если предположить экспоненциальный закон за-



Фиг. 7.

висимости  $i_g$  от  $E_g$ , то  $E_d \cong \frac{b \cdot E^2}{4}$  и  $R_d = \frac{1}{b \cdot I_g}$ , где  $I_g$  — начальный ток сетки. Для любых величин  $E$ ,  $e_d$  м. б. найдено след. обр. Напряжение на  $R_1$  при действии эдс сигнала  $e = E \cdot \sin \omega t$  можно, как обычно, представить уравнением:

$$E_g + e_d = R_1 \cdot \frac{1}{T} \int_0^T f(E_{c.} - E_{R_1} - e_d + E \cdot \sin \omega t) dt.$$

Здесь  $E_{c.}$  — постоянное приложенное напряжение в цепи сетки;  $E_{R_1} = I_g \cdot R_1$  — напряжение на сопротивлении  $R_1$ ;  $E_{c.} - E_{R_1}$  = начальному напряжению на сетке. Принимая экспоненциальную зависимость между  $I_g$  и  $E_g$ , имеем после ряда преобразований:

$$b(E_{R_1} + e_d) \cdot \varepsilon^{b(E_{R_1} + e_d)} =$$

$$= a \cdot b \cdot R_1 \cdot \varepsilon^{b \cdot E_{c.}} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T e^{b \cdot E \cdot \sin \omega t} dt;$$

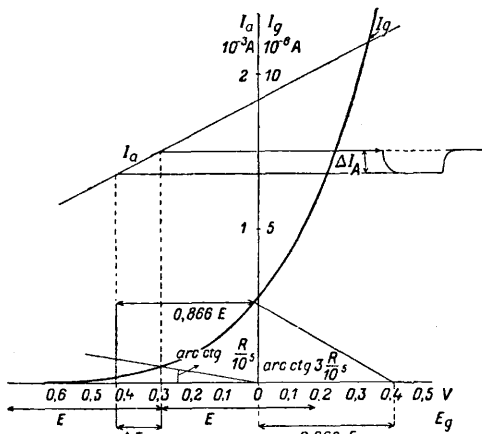
$$\frac{1}{T} \int_0^T e^{b \cdot E \cdot \sin \omega t} dt = F\left(\frac{b \cdot E}{2}\right);$$

$$F(x) = 1 + x^2 + \frac{x^4}{2!^2} + \frac{x^6}{3!^2} + \frac{x^8}{4!^2} + \dots = \frac{b \cdot E}{2}.$$

Для практич. условий радиоприема значения  $x$  находятся обычно в пределах от 0 до 3. Ниже приведена величина  $F(x)$  в зависимости от  $x$ :

$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$
0	—	1,75	7,3690
0,25	1,0634	2	11,2990
0,50	1,2660	2,25	17,4800
0,75	1,6466	2,50	27,2700
1	2,2795	2,75	42,7600
1,25	3,2882	3	67,5000
1,50	4,8790		

На фиг. 8 показано графическое построение выпрямленной кривой тока при сеточном детектировании. Основным здесь является



Фиг. 8.

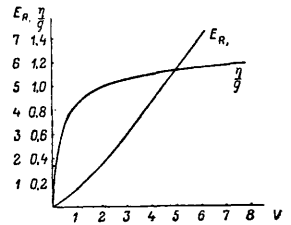
определение среднего изменения напряжения при сигналах, обусловливаемого интегралом  $\int f(E \cdot \cos \omega t) dt$ . Изучение этого интеграла позволило прийти к следующему простому графич. способу нахождения на-

пряжения на сетке при действии сигнала: из точки оси напряжений (абсцисса, фиг. 8), расположенной в  $E_g + 0,866E$ , проводят линию под углом  $\text{ctg} \frac{R}{3}$ ; из пересечения этой линии с кривой ( $I_g, E_g$ ) откладывают влево  $0,866E$ ; соответствующее напряжение по оси абсцисс и будет напряжением сетки при действии сигнала. Кпд  $\frac{E_f}{E_d}$  сеточного детектирования м. б. определен как отношение выпрямленной эдс, вызывающей выпрямленный ток, к приложенному действующему напряжению. На фиг. 9 показаны типичная кривая  $\frac{\eta}{g}$  в зависимости от  $E$  и кривая выпрямленного напряжения  $E_{R_1}$  в зависимости от  $E$ .

Для модулированных колебаний кпд получается более низким, порядка 70—80%, и до определенного напряжения, примерно 1—1,5 V, он пропорционален  $E$ . Т. о. для увеличения  $\eta$  детектирования как при анодном, так и при сеточном детектировании рационально до детектирования усилить напряжение, возбуждаемое в антенне сигналом, до величины порядка 0,5 V. По этой причине обычно в современных рационально сконструированных радиоприемных установках применяют усиление высокой частоты.

**Сравнение анодного и сеточного детектирования.** Преимущество анодного детектирования: 1) отсутствие искажений, вызываемых наличием резко выраженных нестационарных режимов (гридлик); 2) способность выпрямлять большие напряжения, тогда как при сеточном детектировании можно выпрямлять без искажений напряжения сигнала до 1—1,5 V; большие напряжения при сеточном детектировании вызывают перегрузку лампы. Преимущества сеточного детектирования: 1) отсутствие регулируемых напряжений; 2) большая чувствительность для малых входящих напряжений.

В коммерч. приемных установках применяется главн. обр. анодное детектирование. Объясняется это тем, что сильные атмосферные разряды при сеточном детектировании, особенно при большом сопротивлении утечки, могут вызвать на нек-рое время прекращение действия детектора. Это не позволяет в условиях эксплуатации использовать полностью чувствительность сеточного детектирования, и в этом случае анодное детектирование, в особенности при гетеродинном приеме, оказывается более рациональным в эксплуатации. Лучшими детекторными лампами в обоих методах детектирования являются лампы с большим  $S$  и большим  $g$ . По этой причине в последнее время с большим успехом начинают находить применение, особенно при анодном детектировании, лампы с экранированным анодом и пентоды, имеющие очень большие  $g$  (от 50 до 1000). Кроме отмеченных выше преимуществ анод-



Фиг. 9.

ное детектирование замечательно также тем, что оно позволяет подойти к вопросу практич. решения идеального детектора, воспроизводящего самые сложные кривые модуляции телефонных передач без искажений. Идеальным детектором является т. н. линейный детектор, т. е. детектор, у которого постоянно отношение между выпрямленным током низкой частоты и подводимым к детектору током (или напряжением) высокой частоты (постоянен кпд). У линейного детектора характеристика д. б. прямой линией, наклоненной под некоторым углом к оси абсцисс. Электронная лампа дает детекторные характеристики, весьма приближающиеся к линейным, если, осуществляя анодное детектирование при повышенных напряжениях, включить в анодную цепь активн. сопротивление порядка 100 000  $\Omega$ . Подводимые от сигнала напряжения в этом случае д. б. порядка 10—20 В и больше, что требует больших предварительных усилений высокой частоты. При таком способе детектирования получаются очень значительные выпрямленные мощности, почему это детектирование называется также «мощным» детектированием. Для устранения перегрузки детектора, что приводит к искажениям, при этом методе детектирования применяют автоматич. регулировку силы сигнала, подводимого к детектору. Этот способ детектирования в настоящее время начинает находить широкое применение в Америке в радиовещательных приемниках.

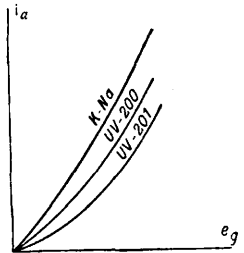
**Мягкие радиоприемные электронные лампы и качество детекторов.** За последнее время экспериментально установлено, что триодная лампа, содержащая следы некоторых газов, более чувствительна в качестве детектора радиосигналов, чем геометрически подобный жесткий триод. Это явление впервые было обнаружено Уайтом в лаборатории Генеральной электрич. компании в Америке в 1917 г. Исследования, произведенные в различных лабораториях, показали, что: 1) режим, при котором детекторная чувствительность мягкой лампы велика, чрезвычайно критичен; 2) чем меньше давление газа в лампе, тем меньше напряжение на аноде, требуемое для наилучшего действия лампы, но кривая слышимостей становится при этом более острой; 3) напряжение на аноде м. б. тем ниже, чем меньше ионизационный потенциал применяемого газа; действующее напряжение анода в зависимости от давления м. б. представлено ур-ем

$$E_a = e_1(a) \frac{1}{P},$$

где  $e_1$ —потенциал ионизации,  $P$ —давление и  $a$ —некоторая постоянная, зависящая от газа; 4) наилучшие результаты в соответствии с п. 3 дают соединения калия, имеющие ионизационный потенциал в 4 В; чувствительность лампы как детектора при введении следов калия увеличивается примерно в 3,5—5 раз; хорошие результаты дают аргон, неон и другие газы; 5) при соединениях калия действующее анодное напряжение—порядка 10 В, паров ртути—от 16 до 22 В; действующее напряжение обычно на 5 или 6 В выше ионизационного потенциала газа; 6) мягкие лампы дают наибольшую чувст-

вительность детектирования в тех участках характеристик, где имеются резкие перегибы, причем эти перегибы происходят одновременно в характеристиках  $I_a = f(E_g)$  и  $I_g = f(E_g)$ ; для получения резких перегибов важно также и то, чтобы потенциал на сетке был равен резонансному потенциалу газов (потенциал свечения газа); давление газа д. б. порядка 0,003—0,005 мм Hg; в то же время эти резкие перегибы не зависят от характера внешних цепей схемы.

Техникой массового изготовления этих ламп пока еще полностью не овладели. В этом вопросе впереди всех идет Америка. Фирма Radio Corporation выпускает на рынок детекторную лампу типа UV-200 со следующими данными: напряжение накала 5 В, напряжение анода 18—20 В и  $R_f$ —от 3 000 до 5 000  $\Omega$ . В эту лампу введены следы щелочных соединений. В настоящее время в Америке выпущена на рынок лампа KNa (тип UV-200-A). В эту лампу вводится соединение калия-натрия в жидком виде, которое отлагается на внутренних стеклянных стенках в виде серебристого слоя, причем материал сохраняется в баллонах с очень высоким разрежением—0,00005 мм. Нить во время введения газа поддерживается накаленной, чтобы газ не осел на электроды. При откачке нет необходимости удалять полностью из баллона все другие газы, так как калиево-натриевое соединение химически очищает все пространство под баллоном от всех газов после работы лампы в течение некоторого времени. Недостатки этих ламп: 1) большая неоднородность, чем жестких ламп, 2) наличие шумов, прекращающихся обычно через 1—3 мин. после того, как лампа зажжена. Производство этих ламп требует большого предварительного изучения и тщательной работы. Преимущества лампы: 1) большая чувствительность, 2) зависимость между приложенным напряжением и переменным током в анодной цепи прибли-



Фиг. 10.

жается с прямой линией. На фиг. 10 показана зависимость между приложенным к сетке напряжением  $e_g$  и переменным током в анодной цепи для жесткой америк. лампы UV-201, мягкой UV-200 и лампы со следами калиево-натриевых соединений.

Лит.: С л е п я н С. Б., Электронная лампа как детектор, Москва, 1929; Б е р г А. И., Теоретическое и опытное исследование сеточного детектирования, «ТитбП», 1927, 38; B a r k h a u s e n H., Elektronenröhren, B. 3, Empfänger, Leipzig, 1929; C o l e b r o o k F. W., The Rectification of Small Radio Frequency Potential Differences by means of Triode Valves, «Experimental Wireless», L., 1925, v. 2, 26-27, 1926, v. 3, 28-29; B a l l a n t i n e S., Detection by Grid Rectification with the High-Vacuum Triode, «Proc. of the Inst. of Radio Engineers», N. Y., 1928, v. 16, 5; B a l l a n t i n e S., Detection of High-Signal Voltages, ibid., 1929, v. 17, 7; N e l s o n J. R., Detection with the Four-Electrode Tube, ibid., 1928, v. 16, 6; T e r m a n F. E., Some Principles of Grid-Leak Grid-Condenser Detection, ibidem, 1928, v. 16, 10; H a r r i s S., Notes on Detection of Large Signals, ibid., 1929, v. 17, 10; T e r m a n F. a. D y s a r t B., Detection Characteristics of Screen-Grid and Space-Charge-Grid Tubes, ibid., 1929, v. 17, 5; N e l s o n I.,

Notes on Grid-Circuit Detection, *ibid.*, 1929, v. 17, 3; Termán F. a. Goodin T. M., Detection Characteristics of Three-Element Vacuum Tubes, *ibid.*, 1929, v. 17, 1; Kuhlmann C., Der Empfangmodulierer Wellen mit d. nicht rückgekoppelten Audion, «Jahrbuch d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie», Berlin, 1925, B. 25, H. 3; Chaffee E. L. a. Brown G. H., A Theoretical and Experimental Investigation of Detection for Small Signals, «Proc. of the Institute of Radio Engineers», N. Y., 1927, v. 15, 2; Freeman H. M., Detecting Characteristics of Electron Tubes, *ibid.*, 1925, v. 13, 5; David P., La détection par lampe, «L'onde électrique», Paris, 1928, 80; Groenfeld Y. B., Gittergleichrichtung, «Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Teleph.», B., 1927, B. 29, H. 5; Barclay W. A., Grid-Signal Characteristics a. other Aids to the Numerical Solution of Grid Rectification, «Experimental Wireless», L., 1927, v. 4, 47-48; Barclay W. A., The Numerical Estimation of Grid Rectification for Small-Signal Amplitudes, *ibid.*, 1929, v. 6, 74.

П. Муссенко.

**ЛАМПОВЫЙ ПРИЕМНИК**, устройство, предназначенное для приема радиосигналов, в котором детектирование, а также и усиление принятых сигналов до детектирования и после детектирования выполняются при помощи электронных ламп. Применение лампы дало сильный толчок развитию всех проблем, связанных с радиоприемом, и позволило решить след. основные задачи. 1) Поднять чувствительность Л. п. до пределов, требуемых практикой. Современные многоламповые приемники при напряженности поля сигналов порядка  $5-10 \mu\text{V}/\text{м}$  отдают на выходе мощности в несколько  $\text{W}$ , тогда как существовавшие до появления Л. п. приемники с кристаллическим (контактным) детектором при входном напряжении порядка  $10 \text{ mV}$  могли дать на выходе мощность порядка только долей  $\mu\text{W}$ . Предел чувствительности, к-рой могут обладать Л. п., кладут внутренние шумы лампы (эффект Шротта), обуславливающие нерегулярности эмиссии от нитей. Экспериментально установлено, что минимальным предельным напряжением, которое при наличии шумов еще можно усиливать при помощи лампы, является напряжение порядка  $10^{-8} \text{ V}$ . 2) Увеличить избирательность (см.): а) путем применения нескольких настроенных контуров, потери в которых компенсируются усилением, даваемым лампой, или же б) при помощи обратной связи (см.), нейтрализующей сопротивление в приемных контурах. При этом высокая избирательность в Л. п. может быть получена при одновременном хорошем пропускании всех необходимых составных частот сигнала. Электронная лампа потребовала однако коренного изменения всех существовавших методов конструирования приемников. В настоящее время в большинстве стран для всех целей приема строятся почти исключительно Л. п.

Так например в Англии число Л. п., выпускаемых фирмами в 1930 году для приема радиовещания, превышает 99%, тогда как в 1929 г. их было 98% от общего числа приемников; в США в настоящее время все приемники—ламповые; контактные (детекторные) приемники не строятся вовсе. В СССР число контактных приемников по сравнению с Л. п. пока еще значительно, но пятилетний план радиофикации СССР предусматривает возрастающий с каждым годом процент преобладания Л. п. по сравнению с контактными.

В коммерц. радиоприеме, а также профессиональном приеме специального назначения (за границей и в СССР) применяются исключительно Л. п., как отвечающие в наибольшей степени современным возможностям техники радиоприема. Особенно важную роль сыграли Л. п. в коротковолновой

радиосвязи, задержанной надолго в своем развитии детекторным приемником.

**Схемы Л. п.** Схемы Л. п. за время своего короткого существования прошли через несколько стадий развития, причем при переходе от одной стадии к другой изменялось все, начиная от конструктивного оформления и кончая схемами приемников и самими методами приема. В отношении схем все изменения сводились главн. обр. к усовершенствованию методов усиления принятых сигналов на высокой частоте, т. е. до их детектирования. Объясняется это тем, что детектирование, являясь наиболее важной функцией, выполняемой Л. п., тем чувствительнее, чем больше напряжение, подводимое к нему от сигнала. Все схемы, по которым собирались Л. п., могут быть сведены к следующим принципиально основным схемам.

1) Схемы с усилением непосредственно на основной частоте сигнала. В этих схемах усиление может производиться следующими методами: а) аperiodическое усиление, б) настроенное усиление с нейтринированием, в) настроенное заглушенное, г) настроенное с использованием ламп с экранированным анодом. 2) Схемы с трансформированием принятой частоты сигнала: а) в более высокую (инфрани) или б) в более низкую (супергетеродин), чем принята частота сигнала. Усиление трансформированной частоты может производиться теми же методами, что и основной в п. 1. 3) Схемы с регенеративным усилением: а) регенеративный детектор, б) нейтрализация сопротивления в контурах приемника и усилителя высокой частоты при помощи отдельной лампы или лампы-каскада высокой частоты. 4) Схемы с сверхрегенеративными процессами, т. е. модулирование колебаний, возбуждаемых регенеративным детектором (с частотою сигнала), вспомогательной частотой (более низкой, чем частота сигнала) с коэф-том модуляции, большим 100%. 5) Схемы рефлексные, или двойного действия, в к-рых лампы, усиливающие высокую частоту, используются и для усиления низкой частоты. Все остальные схемы м. б. сведены к одной из приведенных групп и отличаются от основных схем или способами управления отдельными процессами приема (напр. управлением обратной связью: путем перемещения катушки в обычной регенеративной схеме и изменением емкости в схеме Рейнарца) или способами перехода от одной части схемы к другой (напр. контур в анодной цепи или сеточной в каскадах усиления высокой частоты; различные способы связи гетеродина с детектором в суперных схемах и т. д.).

В зависимости от длины волны могут находить использование следующие схемы: схемы, указанные в п. 1, а, применяются на волнах не ниже  $200-300 \text{ м}$ ; схемы, указанные в п. 1, б-г,—на волнах нормально до  $20 \text{ м}$  и иногда до  $10-15 \text{ м}$ ; указанные в п. 2 и 3—на всем диапазоне волн, используемых радиотехникой; указанные в п. 4—на волнах не выше  $1000 \text{ м}$ ; и наконец в п. 5—на волнах от  $200 \text{ м}$  и выше. В практике же приема установлены следующие границы радио-

нальной применимости отдельных схем. На коротких волнах применяется малокаскадное усиление на основной частоте сигнала с последующим усилением на промежуточной частоте; точно так же широко используется регенеративное и реже сверхрегенеративное усиление. На средних волнах применяются схемы, относящиеся к группам 1, 2 и 3. На длинных волнах применяются главн. обр. схемы группы 1 с большим числом каскадов и реже группы 2. От схем рефлексных практика отказалась почти совсем и в настоящее время они используются иногда лишь в супергетеродинах с малым, порядка 4, числом ламп для усиления промежуточной частоты.

**Параметры, характеризующие Л. п.** Ламповые приемники, собранные по самым различным схемам, характеризуются в радиотехнич. отношении основными параметрами, к-рые определяются гл. обр. используемыми в приемнике лампами, а также выполнением схемы. Эти параметры след. 1) Чувствительность, определяемая тем минимальным напряжением поля сигнала, при к-ром еще возможен на данном приемнике воспринимаемый или разбираемый прием сигналов. Т. к. определение этого минимального напряжения поля часто бывает затруднительным и во многих случаях зависит от усиления после детектирования на низкой частоте, то в настоящее время в большинстве случаев за чувствительность принимают отношение напряжения, развиваемого сигналом на выходе, к некоторой устанавливаемой стандартной напряженности поля сигнала. 2) Избирательность, т. е. способность приемника выделять станции, работающие на смежных волнах. 3) Точность воспроизведения сигнала, или воспроизводительность (фиделитивность)—способность приемника воспроизводить без искажений частоты, составляющие сигнал.

Данные, характеризующие Л. п. в технологич. отношении, следующие. 1) Надежность действия, представление о которой складывается: а) из механич. прочности составных деталей приемника, б) из электр. прочности деталей и монтажа, в) из устойчивости в действии (например отсутствие самогенерирования у Л. п.). 2) Удобство обслуживания, оцениваемое: а) быстротой настройки и регулировки приемника на корреспондента, б) возможностью быстро устранить несправности во время приема. Никаких точных критериев для оценки этих свойств приемников пока еще не разработано. Обычно об этих свойствах приемника судят по результатам продолжительного эксплуатационного испытания приемников на действительный прием. В малых приемниках о прочности деталей и всего приемника часто судят по испытанию на встряхивание, помещая приемник на трясущуюся платформу, или на «бросание» прибора с определенной установленной технической условиями высоты. Во многих приемниках существенное значение имеют также вес и габарит. Чувствительность, избирательность и воспроизводительность каждого приемника зависят от силы поля, длины волны и характера принимаемых сигналов; поэтому каждая

такая радиотехнич. оценка приемника должна быть в этом отношении точно оговорена.

**Классификация приемников.** I. По роду службы и назначению: 1) для коммерческой связи—а) стационарные, для приемных радиоузлов; б) полуподвижные, для приема прессы и других целей; 2) военные и экспедиционные—а) переносимые, б) перевозимые; 3) авиационные; 4) судовые; 5) для приема радиовещания—а) стационарные, или комнатные, и б) «передвижки» для экскурсий; 6) любительские; 7) универсальные. Во многих случаях Л. п., относящиеся к различным группам, м. б. совершенно идентичными, например коммерческие Л. п. без всяких изменений м. б. использованы как судовые, экспедиционные, как радиовещательные и т. д. Такое универсальное использование и имело место в первых стадиях развития Л. п. В настоящее же время, в виду значительного роста передающих станций и строгого распределения волн, возможность и рациональность подобной унификации в значительной степени отпала и все современные Л. п. конструируются для вполне определенных целей. Это позволяет также повышать качество приемников, не прибегая к значительным усложнениям.

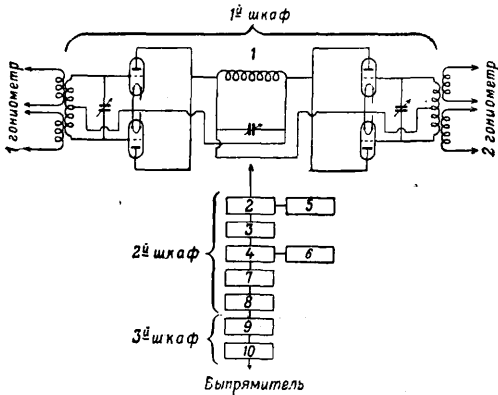
II. По характеру принимаемых сигналов: 1) для приема телеграфных сигналов—а) на-слух и б) на телеграфные аппараты (автоматический и телеграфдействующий прием); 2) для приема телефонии—а) коммерческой (прием разговорной речи с несущей и без несущей частоты), б) концертной (прием радиовещания); 3) для приема изображений—а) неподвижных, б) подвижных; 4) для приема сигналов времени и других сигналов специального назначения (например сигнала секретной передачи, сигнала вспомогательного назначения для синхронизации аппаратов, сигнала телемеханики и т. д.).

III. В зависимости от длины волны: 1) длинноволновые ( $\lambda > 1500 \div 2000$  м), 2) средневолновые ( $\lambda = 100 \div 1500$  м), 3) коротковолновые ( $\lambda = 10 \div 100$  м) и 4) для приема ультракоротких волн ( $\lambda < 10$  м). Кроме того бывают Л. п. для универсальных целей с очень широким диапазоном волн. Организация современной радиосвязи такова, что для каждого определенного вида связи отведены определенные диапазоны длин волн; диапазон волн в свою очередь определяет характер сигналов, используемых для связи. Это позволяет все существующие типы ламповых приемников исчерпывающим образом классифицировать и изучить только по роду их службы.

**Коммерческие приемники.** Коммерческие Л. п. представляют собою максимальные возможности современной техники радиоприема. В них использованы все достижения современного радиоприема для получения высокой чувствительности, избирательности, надежности и устойчивости действия. Кроме того к ним в настоящее время предъявляются также требования возможности многократной работы в радиоузле; вопросы весов и габаритов играют в их конструкции второстепенное значение. Для получения максимальных возможностей коммерч. при-



емники строятся многоконтурными и многоламповыми с большим числом регулировок, позволяющих подобрать наилучшие условия работы для каждой отдельной части схемы, тем более что коммерческий прием ведется на строго фиксированных волнах. При



Фиг. 1. 1—1-й контур, 2—2-й контур, 3—3-й контур, 4—4-й контур, 5—отсасывающий контур, 6—гетеродин, 7—усилитель высокой частоты с 1 каскадом, 8—то же, с 2 каскадами, 9—фильтр низкой частоты ( $\omega = 7\ 600$ ), 10—усилитель низкой частоты.

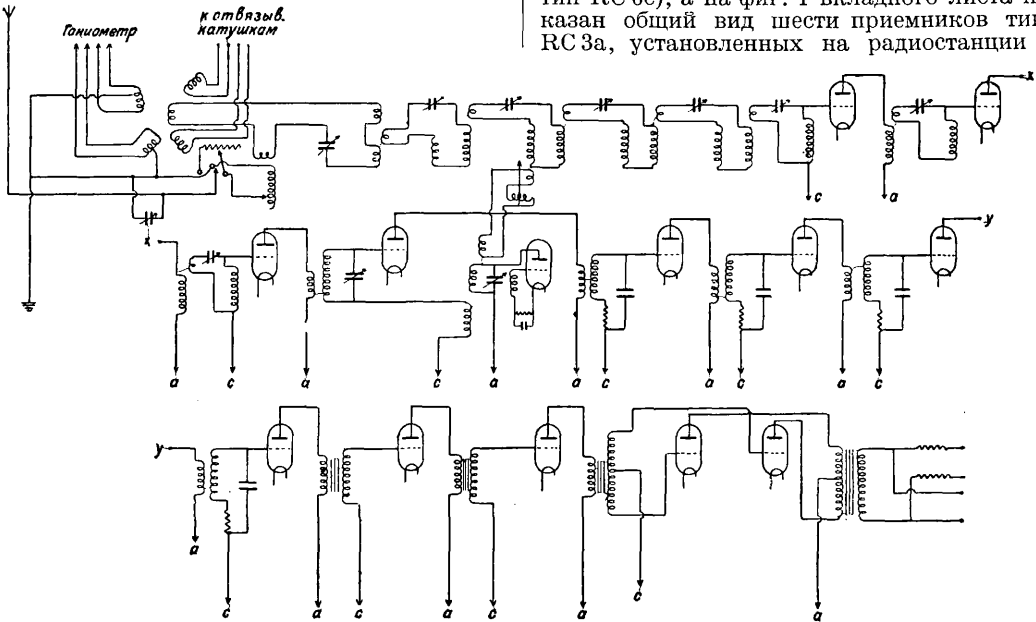
конструировании коммерческих Л. п. идут на все даже значительные осложнения, если только они приносят определенное облегчение условий приема и освобождение от помех. В отношении чувствительности требования, предъявляемые к коммерч. приемни-

тональных фильтров. Для уменьшения помех приемники работают от направл. антенн.

Коммерческие Л. п. делятся на следующие группы: а) длинноволновые для приема с дальних расстояний; б) длинноволновые для приема со средних и малых расстояний; в) коротковолновые для приема со средних расстояний; г) коротковолновые для приема с дальних расстояний. Коммерческие Л. п. строятся: 1) для приема телеграфных сигналов, главн. образом сигналов, передаваемых быстродействующими телеграфными аппаратами, и 2) для коммерч. телефонии.

Коммерческие Л. п. группы «а» работают на диапазоне от 6 000—8 000 м до 25 000 м на прием только телеграфных сигналов со скоростью  $\leq 80$ —100 слов в минуту в виду ограничений, вносимых в отношении скорости приема длиной волны (см. *Быстродействующие радиопередача и радиоприем*). Схемы приемников этой группы, в виду малой величины напряженности принимаемых полей и необходимости получать очень высокие избирательности в целях действительно использования таковых для борьбы с помехами, очень сложны. На фиг. 1 показан состав принципиальной схемы приемника, установленного в приемном центре Гельтов (близ Берлина) для приема американских радиостанций.

Этот приемник работает на антенну с высокой направленностью (см. *Гониометр*). На фиг. 2 показана принципиальная схема аналогичного приемника К<sup>0</sup> Маркони (Англия, тип RC 6c), а на фиг. 1 вкладного листа показан общий вид шести приемников типа RC 3a, установленных на радиостанции в



Фиг. 2.

кам, не велики, а именно: при силе поля сигнала в 5—10  $\mu\text{V}/\text{м}$  приемник должен развивать на выходе напряжение от 5 до 10 V. Зато избирательность берется максимальной для принимаемых сигналов (см. *Быстродействующие радиопередача и радиоприем*). Воспроизводительность сигналов при общей высокой избирательности достигается при помощи

Брентуде. Нек-рые данные этого приемника, а также других для тех же целей К<sup>0</sup> Маркони приведены в табл. 1.

Эти данные интересны тем, что они показывают пути развития коммерч. приемников. Изучая по этой таблице развитие последовательных серий приемников типа RC, можно видеть, что в позднейших приемниках с

Табл. 1.—Данные приемников К<sup>0</sup> Маркони.

Наименование данных	Тип приемника			
	RC 3а	RC 4	RC 6с	RC 7
Диапазон волн в м. . . . .	6 000—25 000	2 500—6 000	6 000—30 000	2 500—10 000
Общее число ламп. . . . .	18	17	13	13
Общее число контуров селекции высокой частоты. . . . .	4	5	9	7
Число настр. каскадов высокой частоты. . . . .	—	3	3	3
Число контуров тоновой селекции. . . . .	9	5	4	4
Питание, потребляемое приемником:				
напряж. накала, V	8	8	8	8
ток накала, mA	6,4	6,1	5,5	4,4
анодное напряж., V	120	120	240	240
Размеры в м:				
длина . . . . .	2,4	2,6	3,95	2,37
высота общая . . . . .	1,8	1,8	1,81	1,81
глубина . . . . .	1,54	0,79	0,67	0,67

более высоким типовым номером увеличена избирательность на высокой частоте и соответственно уменьшена на тональной и что общее число ламп уменьшено главн. обр. за счет перехода на трансформаторное усиление низкой частоты с выходным пуш-пульным (симметрическим) каскадом, в то время как в приемнике RC 3а усиление на низкой частоте производится при помощи 4-каскадного усилителя на сопротвлениях.

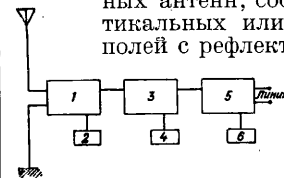
Приемники группы «б» строятся обычно аналогично приемникам группы «а». В виду того что напряженности поля принимаемых ими станций значительно больше, чем напряженности поля станций, принимаемых приемниками группы «а», их устройство бывает несколько проще. Так например в приемниках RC 4 и RC 7 (табл. 1), относящихся к этой группе, значительно уменьшено число контуров селекции, и главн. обр. предвратительной селекции, по сравнению с приемниками RC 3а и RC 6с группы «а». Размеры этих приемников значительно меньше.

Некоторые фирмы строят коммерч. приемники на очень широкие диапазоны, обнимающие все волны коммерч. радиосвязи, т. е. от 2 500 до 30 000 м. Подобные приемные устройства установлены напр. Французской генеральной компанией в парижском приемном центре в Вилькрене. В этих устройствах для перекрытия диапазона в контурах применяются двойные комплекты катушек, включаемые в контуры при помощи специальных переключателей. Осложнение, неизбежные в приемниках для перекрытия больших диапазонов, приводят к ухудшению качества приема на крайних участках диапазона. Поэтому такие устройства мало рациональны, и при правильной организации связи надобности в них нет.

Конструирование приемников группы «в» (коротковолновых) базируется обыкновенно на иных принципах, нежели длинноволновых. Здесь наиболее существенную роль играет вопрос о борьбе с последствиями на результаты приема *замирания* (см.) сигналов. Для обеспечения приема при замираниях

чувствительность приемника для того же требуемого напряжения на выходе берется большей, чем в длинноволновых приемниках, к чему препятствий нет, т. к. атмосферные разряды на коротких волнах сказываются сравнительно слабее. Чрезмерные усиления при значительн. возрастаниях силы сигнала поглощаются при помощи ограничителей. Так как требуемых больших усилений от каскадов усиления на частоте сигнала получить не удается, то прибегают обычно к дополнительному усилению на промежуточной частоте, причем в каскадах промежуточной частоты осуществляют ограниче-

ние сигналов и добавляются неизменяемости силы сигналов при небольших изменениях частоты сигналов, устраивая их на полосу пропускаемости в 5 000 пер/ск. Так же как и в длинноволновых приемниках, в настоящее время признано желательным для получения устойчивого приема отказываться от применения обратной связи в коротковолновых приемниках. В связи с этим в современных приемниках применяется усиление на частоте сигнала, причем с каскада удается получать на волнах порядка 20 м усиление по напряжению от 5 до 7 раз. Таким обр. при 4-каскадном усилителе общее усиление достигает  $10^3$ ; дальнейшее усиление в  $10^4$ — $10^6$  раз производится уже на промежуточной частоте. Для фиксирования тона при приеме станций незатухающих колебаний прибегают к модулированию тональными колебаниями гетеродина или же сигналов после их ограничения и выпрямления в постоянный ток. Коммерч. коротковолновые приемники работают или 1) от направленных антенн, состоящих из ряда вертикальных или горизонтальных диполей с рефлектором, или 2) от двух или нескольких антенн, расположенных на нек-ром расстоянии, большем 1 длины волны друг от друга, причем в этом последнем случае усиление на высокой и промежуточной частотах для каждой антенны производится в отдельности, а затем уже в выпрямителе



Фиг. 3. 1—4 каскада усиления высокой частоты в  $10^3$  раз, 2—гетеродин, 3—4 каскада усиления на промежуточной частоте,  $\lambda=1000$  м, полоса пропускаемости в кц/ск., усиление в  $10^4$  раз, 4—усилитель для приема на слух, 5—выпрямитель, 6—тональный генератор.

сигналы складываются на постоянном токе. На фиг. 3 показана принципиальная схема коротковолнового приемника К<sup>0</sup> Телефункен в Германии, собранная по описанным выше методам.

На фиг. 2 вкл. листа дан общий вид коротковолнового приемника К<sup>0</sup> Маркони, установ-

ленного на приемной радиостанции в Бридж-уотере для приема Канады и Южной Африки. Эти приемники используются на всех приемных радиостанциях лучевой системы Маркони для связи Англии с колониями. В них усиление на частоте сигнала не использовано вовсе, зато применяется двукратное трансформирование на промежуточной частоте. Кроме того до первого детектирования имеется предварительная селекция, производимая при помощи 2 настроенных контуров. В усилителях промежуточной частоты использованы ячеики фильтров, обеспечивающие равномерное усиление в усилителе первой промежуточной частоты в пределах 10 000 пер/ск., и в усилителе второй промежуточной частоты в пределах 5 000 пер/ск. В этом приемнике применено 30 ламп. Накал питается от батареи в 760 Ah, аноды—от батареи в 30 Ah. Т. о. коротковолновые приемники значительно сложнее, чем длинноволновые. Объясняется это тем, что методы коротковолнового приема в настоящее время не могут считаться окончательно разработанными.

Прием радиотелефон. сигналов на длинных волнах в коммерческой радиосвязи производится на специально для этого сконструированных приемниках, основное отличие которых от телеграфных приемников заключается в следующем: 1) отсутствие тональных фильтров; усилители низкой частоты дают равномерное усиление в пределах телефонных частот; 2) контуры высокой частоты обеспечивают равномерное усиление в пределах от 50 до 3 000 пер/ск. (и больше при концертных передачах); приемники собираются по схемам с трансформацией частоты (супергетеродина) или с каскадным усилением на частоте сигнала (нейтродин).

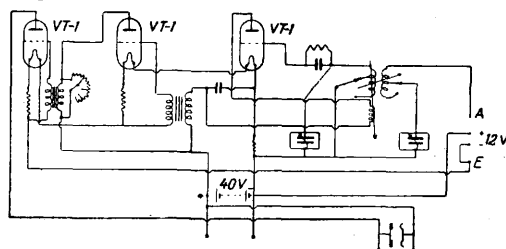
Телефонный прием на коротких волнах, получивший в настоящее время широкое распространение, принимается на те же приемники, на к-рые принимаются телеграфные сигналы (т. к. последние для стабилизации приема пропускают полосу в 5 000 пер/ск.). Для борьбы с замираниями применяют специальные автоматические регуляторы. В телефонном коротковолновом приемнике Телефункен автоматич. регулятор действует от специальной тональной частоты, находящейся за пределами частот сигнала и посылаемой передатчиком (т. наз. прямое регулирование). Конструкция и схемы радиотелефонных приемников видоизменяются в зависимости от характера посылаемых сигналов. (См. например *Гомодинный прием.*)

Приемники, предназначенные для приема изображений, отличаются от телефонных полосой пропускаемых частот, к-рая зависит от скорости передачи изображения и достигает при больших скоростях до 20 000 пер/ск. В последнем случае необходимая пропускательность на высокой частоте достигается при помощи ячеечных фильтров или двухволновых контуров, на низкой частоте—при помощи усилителей с сопротивлениями.

Коммерч. приемники, предназначенные для применения на приемных радиостанциях, часто переэзающих с места на место (полуподвижные радиостанции), а также на радиостанциях, предназначенных для прие-

ма мощных радиостанций с небольшой скоростью, к которым между прочим относятся также приемники для прессы, имеют более упрощенную схему и конструкцию. Они имеют небольшое число контуров высокой частоты, причем от каждого каскада берется по возможности наибольшее усиление; незначительное общее усиление компенсируется также приемом на открытую антенну с большой действующей высотой, порядка 10—20 м и больше, тогда как замкнутые направленные антенны, используемые на радиостанциях стационарных, при подвесе антенны к 50-метровой мачте имеют действующую высоту не больше 1—2 м. Экранирование в виду малого числа контуров и для облегчения веса берется облегченным, батарей не экранируются вовсе. Для автоматич. приема берутся по возможности упрощенные схемы выпрямителей, например анодное выпрямление от одной лампы (см. *Быстродействующие радиопередача и радиоприем*). В смысле избавления от помех эти приемники дают значительно меньшие возможности.

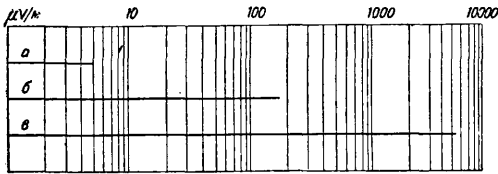
**Приемники для военных и экспедиционных целей.** Эти Л. п. делятся на следующие группы: а) приемники переносные, б) перевозимые на двухколесном, повозочном или автомобильном транспорте и в) полуподвижные, куда относятся также судовые приемники. В военных приемниках наибольшее значение имеют надежность действия и прочность конструкции, т. к. этим приемникам приходится работать в самых тяжелых климатич. и



Фиг. 4.

темперных условиях и быть в непрерывном транспортировании. Это вынуждает применять усиленную изоляцию в электрич. монтаже и деталях приемника, а также не стремиться к высоким чувствительностям его в ущерб устойчивости и однообразности действия; при этом необходимо по возможности увеличивать механич. прочность конструкции деталей, иногда даже в ущерб их электрич. качествам. Выполнение этих требований встречает большие затруднения в виду необходимости соблюдать ограниченные условиями транспортирования габариты и вес, а также ограниченное питание. В силу этих причин переносные приемники выполняют с небольшим числом ламп и собирают по самым простым схемам: регенеративный детектор с последующим усилением на низкой частоте или с каскадом высокой частоты до регенеративного детектора. Приемники очень часто собирают в одном ящике с передатчиком. На фиг. 4 показана схема приемника типа BC-98-A (радиостанция типа SCR—109 A,  $\lambda = 300 \div 1\,000$  м), принятого в америк. армии. Перевозимые приемники допускают

применение большого числа ламп, а также дают большие возможности для выполнения условий, обеспечивающих надежность действия. Их собирают по схемам супергетеро-



Фиг. 5.

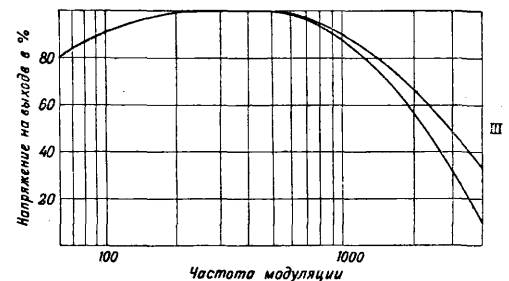
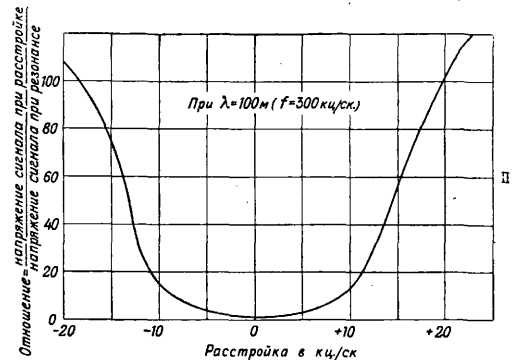
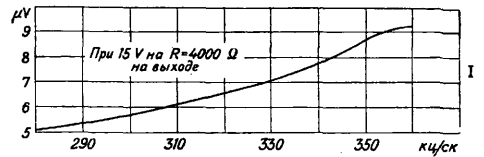
динов, нейтродинов или прямого усиления на частоте сигнала при помощи экранирования ламп. Судовые и полуподвижные военные приемники в большинстве случаев совершенно аналогичны полуподвижным коммерческим приемникам.

**Авиационные приемники** принципиально аналогичны военным Л. п. Основные отличия их следующие. 1) Специальная амортизация от механич. сотрясений при полете и посадке самолета. 2) Экранирование приемника и дросселирование проводов питания для защиты от помех, вызываемых магнето мотора самолета. Для той же цели обычно экранируются провода системы зажигания мотора. На фиг. 5 иллюстрирована допустимая чувствительность приемника при мешающем действии магнето: а—для полностью заэкранированной системы зажигания, б—при незаэкранированных свечах и в—при незаэкранированной цепи низкого напряжения магнето. 3) Во многих случаях важна возможность управления приемником с небольшого расстояния (напр. из кабины пилота). 4) Устойчивость работы при качаниях во время полета выпущенной антенны (отсутствие обратн. связи). 5) Большая чувствительность, т. к. прием на самолете затруднен всякого рода мешающими звуками. На фиг. 6 показана зависимость телефонной артикуляции от силы поля на один и тот же приемник при приеме на земле а и самолете б, установленная в Германии.

Применяемые авиационные Л. п. собираются по схемам супергетеродина или усиления на частоте сигнала при помощи экранированных ламп. На фиг. 7 показаны чувствительность I, избирательность II и воспроизводительность III современного американ. авиационного приемника, имеющего: 1) два каскада высокой частоты на экранированных лампах, 2) две лампы с большим  $\mu$  (см. Лампа электронная) в качестве детектора и первого каскада усиления низкой частоты, 3) мощный триод или пентод на выходе.

**Приемники для радиовещания.** Наиболее широкое развитие как в качественном, так и в количественном отношении получили Л. п. для радиовещания. Решающую роль в прогрессе радиовещательных Л. п. сыграл большой на них спрос на рынке при жесто-

чайшей конкуренции фирм. Массовая организация их производства понизила их стоимость и улучшила качество. В то время как все другие виды Л. п. за исключением коротковолновых имеют срок службы до их замены, оцениваемый несколькими годами (до 3—5 лет), типы радиовещательных приемников за границей меняются ежегодно, причем в большинстве случаев меняется не только их совершенствующее конструктивное оформление, но и самые методы приема. Развитие и усовершенствование Л. п. для радиовещания за последние годы совершается под знаком усовершенствования приемных ламп. Коренная ломка в схемах и методах приема, а также в питании Л. п. произошла в результате появления следующих новых типов ламп: 1) ламп с экранированным анодом, 2) ламп с подогреваемым переменным током эквипотенциальным катодом и 3) пентодов,



Фиг. 7.

т. е. ламп с 3 сетками. В связи с появлением этих ламп развитие современных Л. п. совершается в следующих направлениях. 1) Переход на общее питание от переменного тока. В Америке свыше 95% всех приемников питаются от переменного тока, в Англии— лишь 13%; однако для возможности питания переменным током всех существующих приемников имеется на рынке большое количество выпрямительных схем, так называемых у с т р а н и т е л ь н ы х б а т а р е й, позволяющих осуществлять полное питание приемников от переменного тока. 2) Переход на схемы с прямым усилением на частоте сигнала.

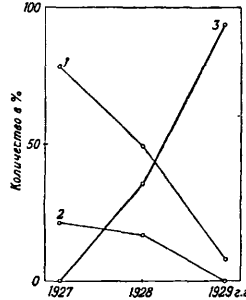
Супергетеродины и нейтродины в значительной степени утрачивают свое прежнее значение. 3) Настройка приемника на волну производится от одной рукоятки, управляющей движением конденсаторов всех контуров. Кроме этой регулировки все современные Л. п. имеют обязательно регулировку громкости и накала.

Быстрый рост числа передатчиков и увеличение их мощности заставляют повышать избирательность в современных Л. п. Для этой цели применяется многокаскадное настроенное усиление на высокой частоте. Особенно далеко в этом отношении пошли американ. фирмы, применяющие в своих приемниках от 3 и больше настроенных каскадов.

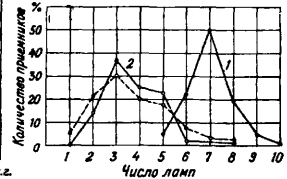
В Европе наибольшее распространение имеют схемы с одним каскадом высокой частоты. В табл. 2 приведены количества приемников, фигурировавших на Нью-Йоркской выставке, с различными числами кас-

триодный детектор и пентод на выходе приемника; в США же наиболее распространен семиламповый приемник с тремя каскадами высокой частоты и пуш-пульным (симметрическим) выходом (в 95% случаев).

Данные деталей конструкции современных ан-



Фиг. 8.



Фиг. 9.

глийских Л. п. для радиовещания приведены в табл. 4. Передвижки кроме того характеризуются следующими данными: 51% из них имеют 5 ламп; 39%—4 лампы; 61%—2 каскада высокой частоты; 90%—1 каскад аперидический и 28%—2 каскада аперидических. Современные американские Л. п. для радиовещания кроме указанного выше характерны тем, что 1) они совершенно не имеют регенерации; на фиг. 10 показаны кривые числа приемников, имеющих регенерацию (1—для США и 2—для Англии) и усиление на высокой частоте по годам, начиная с 1919 года; пунктиром показана кривая числа приемников с регенерацией за последние 3 года в Англии; 2) в них не применяются пентоды на выходе; 3) одну регулировку настройки на волну имеют только 90% приемников; 4) большинство приемников имеют полное экранирование.

Так обр. из приведенного обзора видно, что американские Л. п. для радиовещания в своей массе более совершенны, чем

английские, являющиеся в свою очередь в массе наиболее совершенными в Европе и Табл. 4.—Данные современных английских ламповых приемников для радиовещания.

Табл. 2. — Число приемников с различными числами каскадов высокой частоты на основных стандартных типах американских ламп.

Тип ламп (по обозначениям Radio Corporation)	Число настроенных каскадов					Супергетеродины
	1	2	3	4	5	
Триоды { для перемен. тока } UХ-226 . . . . .	—	—	21	22	—	—
	—	2	58	15	10	
Триоды { для постоян. тока } UХ-227 . . . . .	—	—	1	2	—	—
	—	—	—	—	—	
Экранир. { для перемен. тока } UХ-201А . . . . .	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	
Экранир. { для постоян. тока } UХ-224 . . . . .	2	21	36	1	1	1
	—	—	—	—	—	
Экранир. { для постоян. тока } UХ-222 . . . . .	—	—	1	—	—	—
	—	—	—	—	—	

кадов высокой частоты отдельно для всех основных стандартных типов американских ламп; в табл. 3—то же для Англии по данным Лондонской выставки причем в последней таблице, в виду значительного ко-

Табл. 3.—Число приемников с различными числами каскадов высокой частоты для трехэлектродных и экранированных ламп в Англии.

Лампы	Без усиления высокой частоты	Число настроенных каскадов			2 каскада аперидич. усиления	Супергетеродины
		1	2	3		
Трехэлектродные	13	6	7	—	12	1
Экранированные	—	63	11	2	—	2

личества типов ламп, распространенных в Англии, общие цифры даны лишь для трехэлектродных и экранированных ламп. Из приведенных таблиц видно что в Америке число приемников с экранированными лампами достигает 32%, в Англии—70% из общего числа и 75% из числа приемников с усилением на высокой частоте. По более поздним сведениям (сводка всех приемников англ. продукции) число приемников с экранированными лампами достигает 92%, распределяясь хронологически так, как это показано на фиг. 8 (кривая 1 относится к приемникам с усилением высокой частоты на триодных лампах, 2—к нейтродинам и 3—к приемникам с экранированными лампами). На той же фиг. показан спадающий характер кривых числа приемников с усилением высокой частоты на обычных триодных лампах. Число каскадов высокой частоты определяет общее число ламп в приемниках. На фиг. 9 приведены диаграммы числа приемников с различным числом ламп для США (кривая 1) и Англии (кривая 2), относящиеся к 1929 году; на той же фигуре пунктиром показана та же зависимость для Англии, относящаяся к 1927 году. Из фиг. 9 видно, что в Англии наиболее распространен трехламповый приемник, имеющий в большинстве случаев каскад усиления высокой частоты на экранированной лампе,

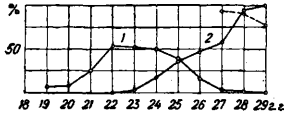
Деталь конструкции	Число приемников (в %), имеющих данную деталь	
	для комнатных приемников	для передвижек (летнего сезона 1930 г.)
Двойной диапазон: 1) 200—600 м и 2) 1 000—2 000 м . . . . .	97	62
Одна регулировка настройки на волну . . . . .	55	50
Регенерация . . . . .	75 (из них 93% имеют емкостный контроль регенерации)	83
Гридликовое детектирование . . . . .	85	89
Экранированная лампа . . . . .	92	38
Пентод (на выходе) . . . . .	43	25
Полное экранирование . . . . .	15	42
Усиление низкой частоты на трансформаторах . . . . .	77	92
Включение граммофонного адаптера . . . . .	38	40
Питание переменным током . . . . .	13	—
В том числе от лампы с подогревом . . . . .	83	—
Аккумуляторы накала на 4 V . . . . .	—	2
Аккумуляторы накала на 2 V . . . . .	—	98

превосходящие американские лишь качеством и количеством типов ламп. Превосходство американских приемников для радиовещания над европейскими легко объясняется: 1) разницей экономич. условий (американские приемники дороже: от 100 до 450 долл.); и 2) ббльшим развитием радиовещания в Америке (где число радиовещательных станций достигает 700). В настоящее время конструирование Л. п. для радиовещания в Америке идет по пути улучшения качества работы приемников и удобства обслуживания.

Для представления о результатах, которые достигнуты в конструировании Л. п. в Америке, ниже приведены данные испытаний группы I — приемников, относящихся к продукции сезона 1927/28 г., и группы II — относящихся к 1928/29 г., произведенных в Америке в Radio-Frequency Laboratories. В группе I все приемники, числом 20, работают от триодных ламп, по схеме усиления на частоте сигнала; в группе II, состоящей из 23 приемников, имеются 2 супергетеродина и несколько приемников на экранированных лампах; все приемники этой группы питаются переменным током. Число контуров селекции в обеих группах видно из следующего:

Число контуров селекции . . . . .	5	4	3
» приемников I группы . . . . .	4	11	5
» II . . . . .	2	13	8

Испытание на чувствительность и избирательность этих приемников производилось при частоте модуля-



Фиг. 10.

Число приемников I группы (в %):			
при $\lambda = 300$ м . . . . .	25	55	20
» $\lambda = 500$ м . . . . .	100	—	—
Число приемников II группы (в %):			
при $\lambda = 300$ м . . . . .	47,8	35,8	17,4
» $\lambda = 500$ м . . . . .	100	—	—

Воспроизводительность.

Сила приема по сравнению с резонансной . . . . .	>0,6	0,6—0,3	0,3—0,03	<0,03
--	------	---------	----------	-------

Число приемников I группы:				
при 50 пер/сек. . . . .	1	10	5	4
» 5 000 пер/сек. . . . .	4	6	8	2

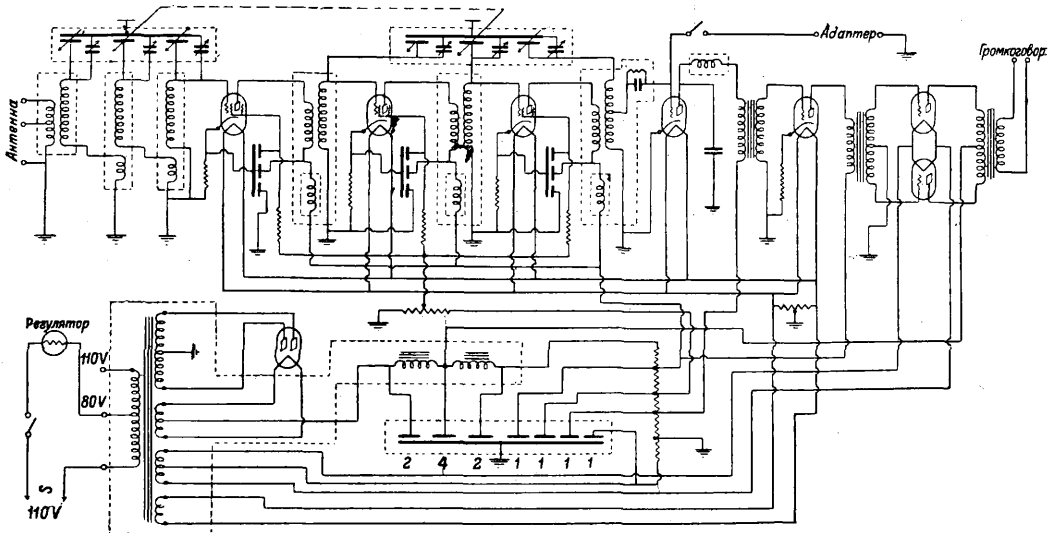
Число приемников II группы:				
при 50 пер/сек. . . . .	5	13	4	1
» 5 000 пер/сек. . . . .	—	—	19	5

В отношении равномерности усиления в этих приемниках (диапазон  $\lambda$  от 200 до 550 м) получены были следующие результаты:

Изменение усиления при изменении частоты настройки с 550—1 500 кц/сек. . . . .	> 8 раз	3—8 раз	< 3 раз
--	---------	---------	---------

Число контуров селекции			
I группы . . . . .	10	4	6
Число приемников II группы . . . . .			
	6	11	9

Приведенные данные показывают, что в приемниках группы II достигнута значительно лучшая избирательность на волне 300 м,



Фиг. 11.

ции 400 пер/сек. и коэф-те модуляции 30%. Результаты испытания на чувствительность, избирательность и воспроизводительность приводятся ниже:

Чувствительность.

Напряжение в $\mu$ V на входе для получения на выходе мощности в 100 mW . . . . .	10—100	100—1 000
---	--------	-----------

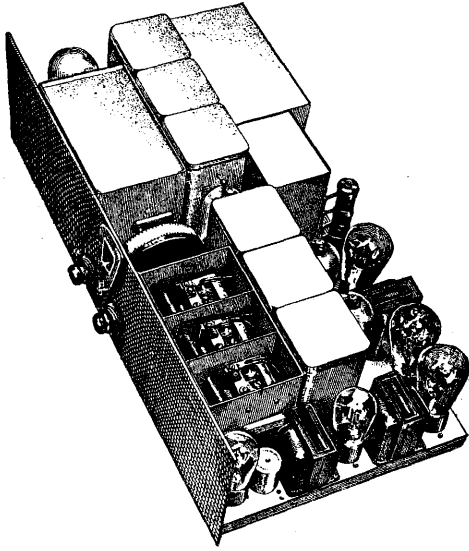
Число приемников I группы . . . . .	7	13
» II . . . . .	11	10

Избирательность.

Сила приема по сравнению с резонансной при изменении частоты на 10 кц/сек. от резонансной . . . . .			
< 0,03	> 0,03,	< 0,1	> 0,1

чем это было в приемниках группы I, и что в приемниках группы II для получения лучшей воспроизводительности акцентированы низкие тона сигнала и поглощены высокие. Приведенные материалы наглядно иллюстрируют качества америк. продукции Л. п. для радиовещания, дающей при современном состоянии приемной радиотехники максимально достижимые возможности. Интересны особенности современных американских Л. п., совершенно пока не нашедшие применения в европейских Л. п.: 1) линейное детектирование (см. Ламповый детектор), обеспечивающее воспроизведение сигналов без иска-

жений и равномерное усиление Л. п. на широком диапазоне; в группе II 5 приемников имеют линейное детектирование; 2) автоматич. регулятор громкости сигналов на выходе при изменениях силы приема сигналов.



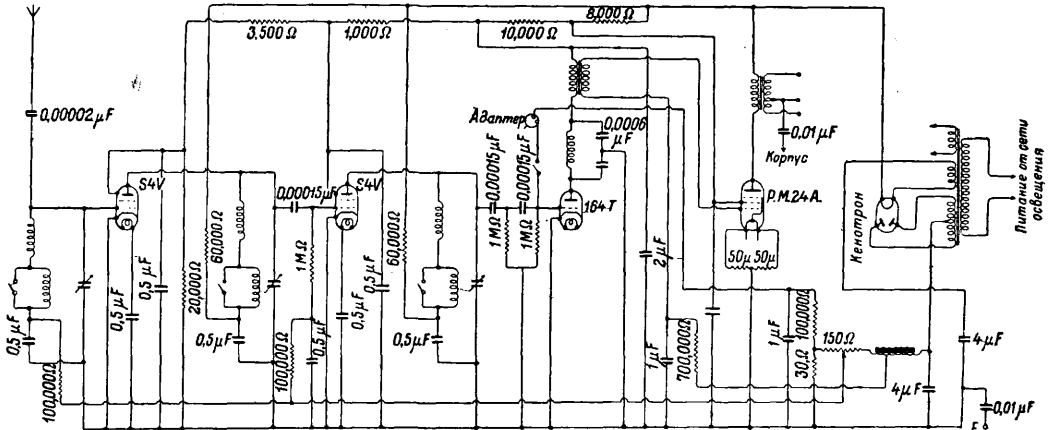
Фиг. 12.

Кроме того в приемниках, изготовляемых отдельными фирмами, разрешены следующие задачи: 1) возможность управления приемником с небольшого расстояния, 2) автоматич. настройка на желаемую станцию. Для представления о схемах современных американ. приемников на фиг. 11 показана схема, а на фиг. 12 дана иллюстрация приемника одной из последних моделей, типа NiQ-30 фирмы Гамарлунд. Основные свойства этого приемника: 1) полное питание от сети переменного тока; 2) настройка 6 контуров одной

его внутренний вид. Главные свойства этого приемника, получившего 1 приз на Лондонской выставке 1930 г.: 1) 2 каскада усиления высокой частоты на экранированных лампах по схеме анодных контуров; 2) пентод на выходе, дающий неискаженную мощность в 2 W; 3) полное питание от переменного тока; 4) отсутствие экранирования между контурами в виду применения тороидальных катушек. Наши наиболее распространенные до 1930 г. Л. п. для радиовещания типа БЧII и БШ, первый с одним каскадом высокой частоты на триодной лампе, второй с 2 каскадами, оба с регенеративным детектором и 2 каскадами низкой частоты, по сравнению с заграничной продукцией являются в настоящее время устаревшими. В 1930 г. предполагается заменить их более современными.

**Любительские Л. п.** конструируются не-радиоспециалистами, б. ч. рецептурным способом по всевозможным схемам из деталей, гл. обр. покупаемых на рынке. Рецепты для изготовления и схемы в большом количестве публикуются в радиолобительской периодич. печати. Нередко для получения от приемника наибольшей чувствительности любители прибегают к нестабильным процессам работы приемника, благодаря чему в отношении чувствительности очень часто любительские приемники оказываются выше фирменных, изготовляемых в массовом порядке, а потому и конструируемых по безусловно стабильным и надежным в работе схемам. Процессы конструирования любительских Л. п. могут быть использованы как прекрасное педагогическое средство в школах для изучения основ электротехники и радиотехники.

**Универсальные приемники**, дающие возможность приема на очень широких диапазонах волн, обычно строятся либо со сменными катушками либо с катушками, помещаемыми в ящике приемника и соответственным образом переключаемыми при переходе



Фиг. 13.

рукояткой, причем 3 контура предварительной селекции обеспечивают столбобразную кривую резонанса; 3) 3 каскада усиления высокой частоты на экранированных лампах; 4) наличие регулятора напряжения. На фиг. 13 дана схема типичного европ. приемника фирмы Филипс, тип 2511, а на фиг. 14 показан

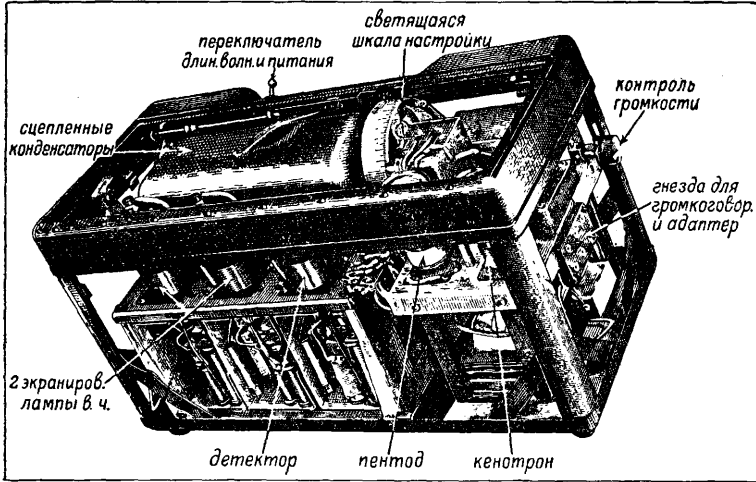
с одного диапазона на другой. Универсальные приемники обычно собирают или по схеме супергетеродина, или инфрадина, или регенеративного детектора с 2 каскадами низкой частоты.

Конструирование современных Л. п. базируется на расчетах как отдельных частей

схемы приемника, так и всей схемы в целом, проработанных в самое последнее время. Методы грубого экспериментального подбора наиболее выгоднейших электрич. и механич. деталей приемника, существовавшие в приемной радиотехнике до самого последнего времени, теперь постепенно изживаются. Дальнейшее развитие расчетной части в приемной радиотехнике тормозится отсутствием универсаль-

len, «Elektrische Nachrichtentechnik», В., 1930, В. 7, Н. 1; Pratt H. and Diamond H., Receiving Sets for Aircraft Beacon a. Telephony, «Proc. of the Inst. of Radio Engineers», N. Y., 1929, v. 17, 2; Drake F. H., An Aircraft Radio Receiver for Use with Rigid Antenna, ibid. П. Нуксенко.

**ЛАМПЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ**, источники света, работающие на принципе использования энергии электрич. тока и превращения ее в световую энергию. Л. э. разделяются



Фиг. 14.

на три основные подгруппы: А) лампы накаливания, Б) лампы с вольтовой дугой и В) электролюминесцирующие (трубчатые) лампы. Эти основные подгруппы дополняются группировкой по признакам их конструкции, назначения и другим особенностям (см. Источники света).

#### А. Лампы накаливания.

Эти Л. э. работают целиком на принципе теплового, или калорич., излучения твердых тел (калийных нитей), нагретых электрическим током до  $t^\circ$  яркого свечения. Выделение тепла при прохождении электрического тока через проводник, обладающий сопротивлением, происходит

здесь по закону Джоуля:

$$Q = 0,24EIt = 0,24I^2Rt,$$

где  $E$ —напряжение в В,  $I$ —сила тока в А,  $R$ —сопротивление нити в  $\Omega$  и  $t$ —время в ск.

Со времени открытия тепловых действий электрич. тока усовершенствование лампы накаливания проходило в следующих основных направлениях: 1) в изыскании материалов для калильного тела, не изменяющих твердого состояния при возможно высоких  $t^\circ$ , и 2) в направлении изыскания условий, при которых раскаленная нить не подвергалась бы разрушительному действию окружающей среды. В табл. 1 приведены важнейшие даты истории развития ламп накаливания.

Датой практич. выполнения лампы накаливания, пригодной для практики, следует считать 1854 год—изготовление лампы с угольной нитью Гебелем.

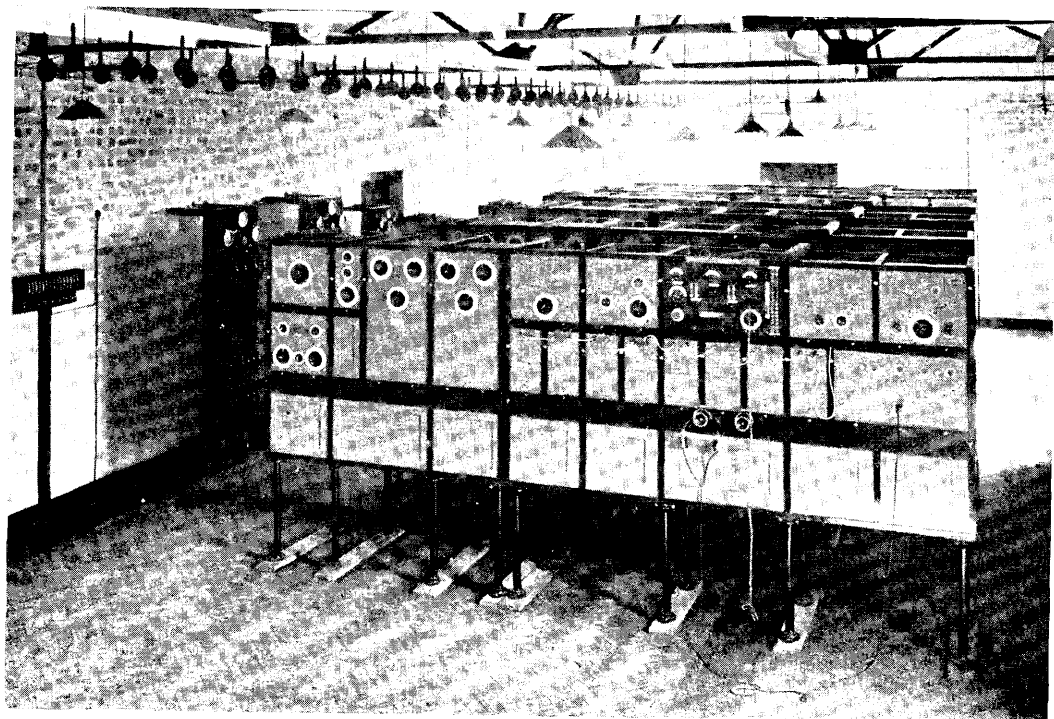
В качестве источника света лампы накаливания имеют целый ряд преимуществ по сравнению с другими источниками: они допускают изготовление отдельных единиц различных световых мощностей в самых широких пределах. Современная лампа накаливания м. б. изготовлена силой света от долей св. до 200 000 сфер. св. и мощностью до 50 kW в одной единице. В зависимости от конструкции и расположения калильного тела распределение светового потока в пространстве м. б. изменяемо в значительной мере, что дает возможность применения ламп накаливания для самых разнообразных целей. Состав спектра испускаемого света в современных лампах накаливания благодаря применению высоких температур накала нити довольно близко подходит к дневному. С

ных и доступных для широкого пользования стандартных схем и методов для измерительного обследования приемников и проверки их расчетов; разработка таких методов и изготовление универсальных измерительных приборов для исследования приемников поставлены уже в порядок дня радиотехнических исследований и конструкций.

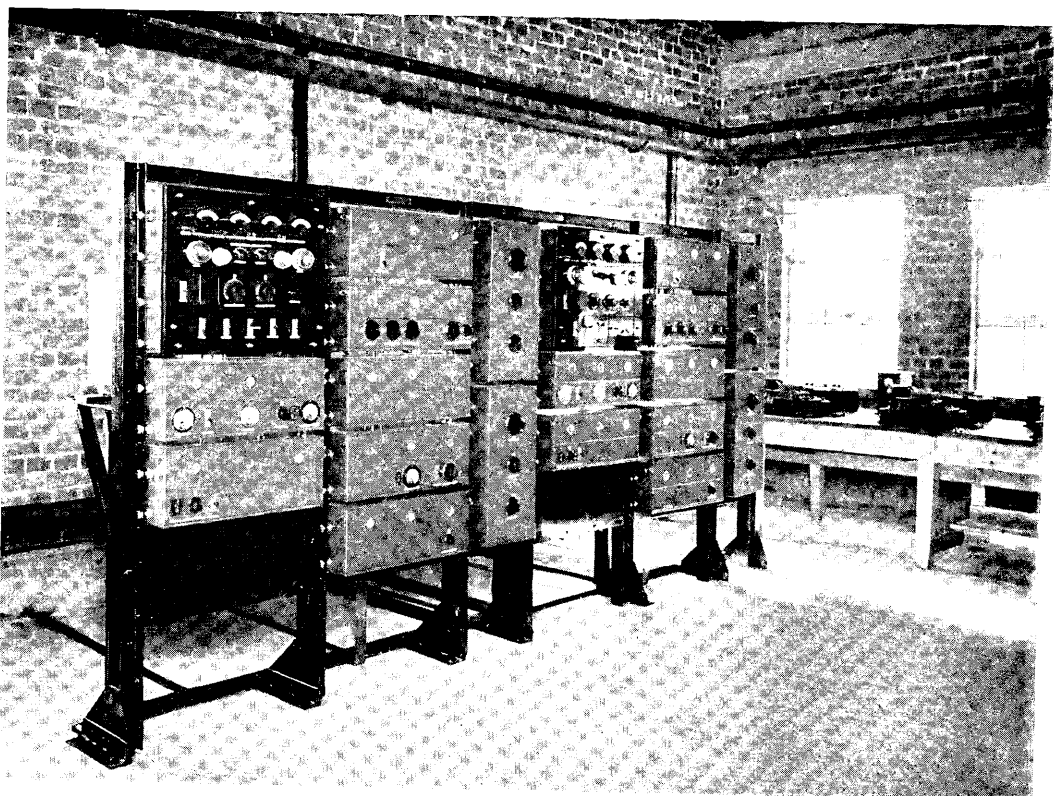
О конструкциях Л. п., вошедших в употребление в СССР, см. Приемники в радиотехнике.

Лит.: Куксенко П. Н., Приемная аппаратура за границей, «Радиолобитель», М., 1930, 1; Куксенко П. Н., Расчеты в ламповых приемниках, Москва, 1930; Die wissenschaftlichen Grundlagen des Rundfunkempfangs, hrsg. v. K. Wagner, Berlin, 1927; Leutz C. R., Modern Radio Reception, New York, 1928; Hull L. M., Some Characteristics of Modern Radio Receivers a. their Relation to Broadcast Regulation, «Proceedings of the Inst. of Radio Engineers», N. Y., 1929, 17, 8; Beers G. L. and Carlson W. L., Recent Developments in Superheterodyne Receivers, ibid., 1929, v. 17, 3; Goldsmith A. N., Progress in Radio Receiving during 1929, «General Electric Review», Schenectady, 1930, v. 33; Receiver Characteristics, «Radio-News», N. Y., 1929, v. 11, 4, p. 344; Receiving Sets of To-day, «Wireless World», L., 1929, v. 25, 21; Buyers' Guide 1929—1930, Reference List of Receiving Sets, ibid.; Tests of the New Season's Best Sets, «Wireless Magazine», London, 1929, v. 10, 58; Querdurch die sechs Funkausstellung, «Funk», Berlin, 1929, H. 36; Broadcast Receivers, «Wireless World», London, 1929, v. 24, 12; The Modern Portable, ibid., 24; Buyers' Guide to Portable Sets, ibid.; Schwan dt E., Vereinfachung und Verbesserung des Radioempfangs (Rundfunkautomatik), Bibliothek des Radio Amateurs, hrsg. v. E. Nesper, B. 32, Berlin, 1928; Radio-gramophones, «Wireless World», L., 1929, v. 24, 10; Ardenne M., Empfang auf Kurzen Wellen, Berlin, 1928; Bailey A., Dean S. W. and Wintringham W. T., The Receiving System for Long-wave Transatlantic Radio Telephony, «The Belle System Technical Journal», New York, 1929, v. 8, 2; Die Doppelgoiometer-Empfangsanlage in Villa Elisa bei Buenos-Aires, «Telefunken-Zeitung», B., 1929, 40/41; Runge W., Ein Kurzwellen-Empfänger für transozeanischen Schreibbetrieb, ibid., 52; Runge W., Hochfrequenzverstärkung kurzer Wel-





Общий вид шести приемников Маркони типа RC3a.



Общий вид коротковолнового приемника Маркони в Бриджуотере.

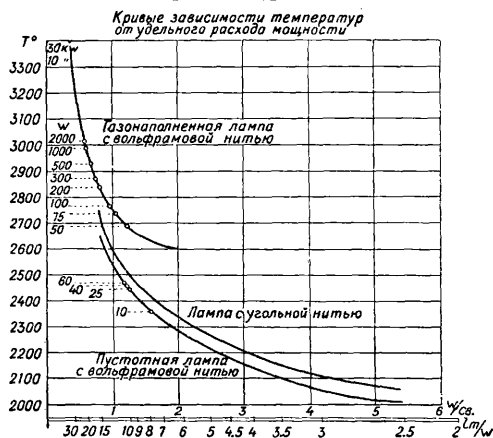
Табл. 1.—Исторические даты развития лампы накаливания.

Год	Автор или фирма	Открытие или изобретение
1801	Тенар и Деви	Опыты с накаливанием проводников электрическим током
1802	Петров	Открытие явления вольтовой дуги
1808	Деви	То же
1838	Жобар	Первое применение угля в качестве калильного тела в лампах накаливания
1840	Грове	Конструкция лампы, в которой в качестве калильного тела применялась платина в виде спирали
1845	Старр и Книг	Лампа накаливания с угольным стержнем
1848	Стэйт	Лампа накаливания с иридием в качестве калильной нити
1854	Гебель	Первая практически пригодная лампа накаливания с угольной нитью
1865—1869	Адамс	Разрешение проблемы плотного впаивания металлич. электродов в стекло
1873	Людзгин	Первое применение ламп накаливания с угольным стержнем для освещения Петербургского адмиралтейства
1877	Яблочнов	Лампа накаливания со стержнем из каолина и смеси его с магнетитом
1879	Эдисон	Лампа накаливания с угольной нитью; отправной пункт широкого применения ламп накаливания для целей освещения
1879	Сейер и Мен	Работы по формированию угольной нити в атмосфере газообразных углеводородов
1884	Сван	Получение угольной нити из коллодия
1897	Нерист	Лампа накаливания со стержнем из проводника 2-го рода
1898	Ауер	Лампа накаливания с нитью из осмия
1900	Сандер	Лампа накаливания с нитью из циркония
1903	Болтон	Лампа накаливания с нитью из тантала
1903	Юст и Ганаман	Изготовление нити из вольфрама по способу замещения
1904	—	Введение в США лампы Gen с металлизированной угольной нитью
1905	Кунель	Применение способа коллоидального вольфрама для изготовления нитей
1906	Кулидж	Применение способа амальгамы для изготовления нитей
1906—1909	Сименс и Гальске, ГЕС	Разрешение задачи получения тигрутой вольфрамовой нити
1912—1913	ГЕС	Построение газонаполненной лампы (с азотом)

применением специальных окрашенных баллонов можно достигнуть получения дневного света с потерями на поглощение в 30—50%. Лампы накаливания отличаются по сравнению с другими источниками света отсутствием вредных выделений газов и паров при работе. Вследствие герметичности баллона и изоляции раскаленного тела от окружающего пространства лампы накаливания безопасны в пожарном отношении даже в помещениях, содержащих в атмосфере легко воспламеняющиеся примеси. Световая экономичность ламп накаливания находится на высшем уровне достигнутых для искусственных источников света пределов, при достаточном сроке службы, умеренной

стоимости замены и чрезвычайном удобстве в эксплуатации.

Определяющим фактором световой отдачи ламп накаливания является рабочая  $t^\circ$  калильного тела. Вследствие различной избирательности излучения различных материалов нити при одной и той же  $t^\circ$  и условиях (вакуум) удельный расход и световая отдача, например для вольфрама и угля, не равны. Введение в баллон инертного газа дает большое расхождение в удельном расходе при одинаковых  $t^\circ$  и для одного материала нити, напр. вольфрама: здесь большое



Фиг. 1.

значение имеют также  $t^\circ$  и форма калильного тела. Кривые зависимости  $T^\circ$  от удельного расхода и светоотдач представлены для различных ламп на фиг. 1. \* Вместе с  $t^\circ$  увеличивается и яркость нити лампы накаливания. Значения яркостей основных  $t^\circ$ -ных источников света приведены в табл. 2.

Табл. 2.—Значения яркостей основных  $t^\circ$ -ных источников света.

Источник света	Яркость в св/см <sup>2</sup>	$T^\circ$
Керосиновое пламя . . . . .	1,39	1 850
Угольная нить (3,3 lm/W) . . . . .	55	2 150
Вольфрамовая нить пустотных Л. э. 25 W (9,8 lm/W) . . . . .	190	2 450
Вольфрамовая нить газонаполнен. Л. э. 50 W (10 lm/W) . . . . .	462	2 685
Вольфрамовая нить газонаполнен. Л. э. 100 W (12,9 lm/W) . . . . .	597	2 760
Вольфрамовая нить газонаполнен. Л. э. 500 W (18,1 lm/W) . . . . .	1 000	2 930
Кратер открытой дуговой Л. э. . . . .	18 000	4 200
Солнце . . . . .	150 000	6 000

В виду того что продолжительность срока службы ламп накаливания зависит от удельного расхода мощности (см. ниже), при выборе номинального удельного расхода данного типа лампы исходят из соотношения стоимости электрической энергии и продажной стоимости лампы, пользуясь соответствующими вычислениями на основе данных нижеприведенной табл. 4. Значения нормальных удельных расходов мощности различных ламп накаливания приведены в табл. 3.

\* Свечи (св.) здесь, так же как и в дальнейшем изложении, принимаются средние сферические международные за исключением мест, особо оговоренных.

Табл. 3.—Значения нормальных удельных расходов мощности различных ламп накаливания.

Тип лампы	Удельный расход W/св.	Светоотдача lm/W
Нерста (без железного сопротивления)	2,4	5,2
С угольной нитью	4,4	2,85
» металлизированной угольной нитью	3,5	3,58
» осмиевой нитью	2,1	6,0
» цирконовой нитью	2,1	6,0
» танталовой нитью	2,1	6,0
» вольфр. нитью (пустотная), 25 W	1,30	9,65
» вольфр. нитью (газонаполн.), 1 000 W	0,65	19,30

В отношении напряжения электрич. сети и рода тока лампы накаливания по сравнению с другими Л. э. отличаются крайней нетребовательностью: лампы могут быть выподнены для любых напряжений, применяемых для осветительных целей на практике, без добавочных включительных и регулирующих средств, и работа их возможна как на постоянном, так и на переменном токе. Режим сети оказывает влияние на изменение световых и электрич. характеристик ламп накаливания б. или м. значительно в зависимости от материала нити. При небольших изменениях напряжения, не более  $\pm 10\%$ , можно с достаточной степенью точности пользоваться следующим ур-ем:

$$\frac{x_1}{x_2} = \left(\frac{E_1}{E_2}\right)^k, \quad (1)$$

где  $x_1$  и  $x_2$ —значения соответствующих характеристик из графы 1 табл. 4: силы света, или светового потока, потребляемой мощности, удельного расхода, силы тока и срока службы;  $E_1$  и  $E_2$ —напряжения, определяющие данный режим сети. Значения коэф.  $k$  для различных характеристик по отношению к нормальному режиму различных пустотных ламп даны в табл. 4.

Табл. 4.—Значения  $k$  для различных характеристик.

Характеристики	Непрепарирован. угольн. нить	Препа-рирован. угольн. нить	Металлизир. угольн. нить	Тантал. нить	Вольфр. нить
1	2	3	4	5	6
Сила света в св. . . . .	6,89	5,55	4,72	4,35	3,61
Мощность в W . . . . .	2,31	2,07	1,77	1,74	1,58
Уд. расход в W/св. . . . .	-4,59	-3,48	-2,95	-2,61	-2,03
Сила тока в А. . . . .	1,31	1,07	0,77	0,74	0,55
Срок службы в ч. . . . .	-25,20	-20,30	-17,20	-16,20	-11,2 до -14,8
Срок службы в зависимости от удельн. расхода в час . . . . .	5,49	5,82	5,86	6,23	5,6 до 7,4

Последняя строка и дает  $k$  для вычисления срока службы при изменяющемся удельном расходе (значение удельн. расхода в данном ур-ии нужно вставить на место  $E_1$  и  $E_2$ ). Изменение сопротивления  $R$  нити из различных материалов в зависимости от изменения напряжения  $E$  можно видеть из диаграммы фиг. 2 (А—непрепарированная угольн. нить,

В—препарированная, С—металлизированная, D—танталовая и E—вольфрамовая). Сопротивление нитей различных ламп в холодном состоянии ( $R_x$ ) и при рабочих  $t^\circ$  ( $R_t$ ) приведено в табл. 5.

Лампы с угольной нитью в настоящее время в осветительных установках почти не применяются, т. к. вытеснены более совершенными лампами с вольфрам. нитью за исключением специальных, главным образом миниатюрных, ламп. Ранее изготовлялись силой света от 1 до 100 гориз. св. для напряжения 2—250 V. Уд. расход мощности зависит от напряжения, для к-рого предназначена лампа, и мощности лампы. Как правило лампы высокого напряжения и малой мощности, имеющие тонкую нить, имеют и больший удельный расход. Удельный расход обыкновенно колеблется в пределах

Табл. 5.—Сопротивление нитей различных ламп накаливания.

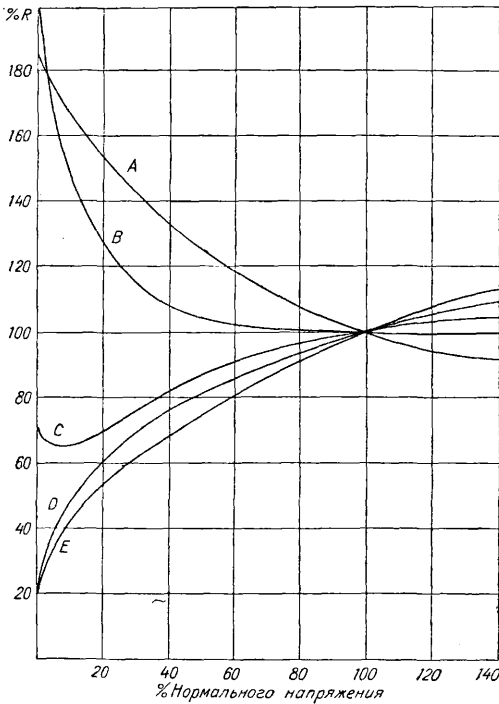
Род лампы	Мощность в W	Рабочая $t^\circ$	$R_x$ в $\Omega$	$R_t$ в $\Omega$	$\frac{R_t}{R_x}$
Нерста	100	1 925	$\infty$	125	$\infty$
С угольной нитью	60	1 885	459	225	0,49
» металлизиров. нитью	60	1 900	156	222	1,42
» танталовой нитью	50	1 925	44	262	5,95
» осмиевой »	30	1 911	4,75	37,5	7,90
» вольфр. нитью, пустотная	60	2 000	16,5	206	12,50
» вольфр. нитью, газонаполненная	60	2 500	15,5	240	15,50

от 3,6 до 5,0 W на международную сферич. св., а светоотдача от 2,5 до 3,5 lm/W. Лампы с тонкими нитями маломощные и высоковольтные имеют нить, изготовленную из непрепарированного угля, с большим удельным сопротивлением; в этом случае удельный расход повышается от 4,4 до 5,8 W/св., светоотдача 2,15—2,85 lm/W. Процесс препа-рирования, состоящий в отложении на поверхности нити более плотного слоя графита путем накаливания нити в атмосфере углеродородов, применяется для более толстых нитей ламп средней и большой мощности. Продолжительность срока службы лампы может быть установлена в зависимости

от удельного расхода мощности. Полезный срок службы колеблется от 300 до 800 часов и ограничивается потерей 20% первоначальной силы света, вызываемой распылением нити и почернением баллона. Полный срок службы до перегорания угольных ламп значительно превосходит полезный. Для специальных нагревательных целей в Германии применяют лампы с угольной нитью в атмосфере водорода с пониженной темп-рой накала (светло-красное каление) и общей мощ-

ностью около 250 W. Характерной особенностью угольной нити являются ее высокое удельное сопротивление, равное для непрепарированной нити  $(3 \div 4) \cdot 10^{-3} \Omega\text{-см}$ , и отрицательный  $t^\circ$ -ный коэф-т сопротивления, вследствие чего сопротивление нити в горячем состоянии при рабочей  $t^\circ$  понижается приблизительно в 2 раза.

Лампы с металлизированной угольной нитью. Металлизированная нить может быть изготовлена из угля с примесью различных металлов и их солей. Однако путем обработки нити из чистого угля в электрич. печах при  $t^{\circ}$  3 000—3 300° перед ее препарированием можно придать ей



Фиг. 2.

некоторые свойства металла, а именно—увеличить ее электропроводность и изменить отрицательный  $t^{\circ}$ -ный коэф. на положительный. Широко распространенная в Америке в 1905—1918 гг. лампа Gem имела нить, изготовленную указанным способом. Достоинство этой лампы—более низкий по сравнению с обыкновенной угольной лампой удельный расход, доходящий до 3,0 W на сферич. св. соответственно светоотдаче 4,20 lm/W, при полезном сроке службы ее около 600 ч. Недостаток—более длинная, тонкая и хрупкая нить, к-рая плохо выдерживает сотрясения. В настоящее время совершенно вытеснена лампами с вольфрамовой нитью. Изменение характеристик. данных лампы в зависимости от изменения напряжения можно получить из ур-ния (1) и графы 4 табл. 4.

Лампы Нернста в качестве калильного тела имеют стержень из окиси циркония с примесью 15% окиси иттрия для повышения проводимости. Изготавливались ранее силой света от 13 до 170 горизонтальных св. для напряжения от 100 до 250 V. Удельный расход лампы равнялся ок. 2,4 W на сферическую св. соответственно светоотдаче в 5,2 lm/W, при продолжительности горения от 350 до 500 ч. К неудобствам лампы д. б. отнесена заплата времени от 35 до 45 сек. на зажигание, а также большая чувствительность к колебаниям напряжения. Это обстоятельство, а также отрицательный коэф.

сопротивления лампы вызывают необходимость применения специальных балластных сопротивлений из железной проволоки в атмосфере водорода, повышающих удельный расход мощности лампы.

Лампы с осмиевой нитью были первыми практически пригодными лампами накаливания с металлической нитью и применялись до вытеснения их лампами с вольфрамовой нитью. Нить осмиевой лампы изготовлялась из чистого осмия путем прессования и состояла из отдельных дуг, навешенных на гибкие крючки и склеенных концами с помощью специальной пасты. В виду большой электропроводности осмия лампы изготовлялись для сравнительно низких напряжений—от 19 до 77 V при световой мощности 160—320 lm. Удельный расход мощности—около 2,1 W/св. соответствует светоотдаче около 6,0 lm/W, при продолжительности срока службы свыше 1 000 ч. Неудобство ламп—неприспособленность к принятым на практике напряжениям.

Лампы с цирконовой нитью изготовлялись для напряжения до 170 V, при силе света до 50 горизонтальн. св. Удельный расход ок. 2,1 W/св., соответствующий светоотдаче 6,0 lm/W, при продолжительности срока службы около 1 000 ч. Как большинство ламп с прессованной нитью, цирконовые лампы отличались повышенной хрупкостью.

Лампы с танталовой нитью были первыми, в которых удалось получить нить из тянутого металла в виде сплошного калильного тела, размещенного на держателях в виде зигзага. Изготавливались для всевозможных напряжений до 250 V силой света до 100 св. Удельн. расход ок. 2,1 W/св., соответствующий светоотдаче 6,0 lm/W, при полезной продолжительности срока службы 600—800 ч. Недостаток лампы—повышение хрупкости нити при работе на переменном токе,—вызываемый рекристаллизацией металла.

Лампы с вольфрамовой нитью. Вольфрам обладает наиболее высокой точкой плавления по сравнению с другими тугоплавкими металлами (табл. 6); поэтому лам-

Табл. 6.— $t^{\circ}$ н. некоторых элементов.

Элементы	$t^{\circ}$ н.	Элементы	$t^{\circ}$ н.
Платина . . . .	1 764	Молибден . . . .	2 580
Цирконий . . . .	2 000	Тантал . . . . .	2 800
Иридий . . . . .	2 360	Вольфрам . . . .	3 370
Осмий . . . . .	2 500	Углерод . . . . .	3 530

пы с вольфрамовой нитью, имеющие более высокую рабочую  $t^{\circ}$ , превосходят по световой отдаче все вышеприведенные типы ламп. Кроме точки плавления возможность повышения световой отдачи лампы накаливания определяется испарением металла нити, имеющим место при темп-ре ниже точки плавления. Эта причина между прочим не дает возможности использовать высокую точку размягчения угля, т. к. уголь в вакууме при высоких  $t^{\circ}$  возгоняется гораздо интенсивнее, нежели тугоплавкие металлы. Процесс испарения нити м. б. задержан присутствием в баллоне лампы нейтрального газа, замедля-

ющего процесс потери металла с поверхности нити. Этот принцип нашел применение при изготовлении газонаполненных ламп с вольфрамовой нитью.

Л. э. с вольфрамовой нитью, в настоящее время широко применяющиеся на практике, разделяются на две основных группы: а) лампы пустотные, б) лампы газонаполненные. Первая группа охватывает гл. обр. маломощные (не свыше 50 W) лампы для общего освещения и специальные сорта ламп, к-рые не требуют высокой световой отдачи. По конструкции калильного тела пустотные лампы м. б. разделены на 1) лампы с прямой (зигзагообразной) нитью и 2) лампы с винтообразной (спиральной) нитью. Вторая группа включает все лампы большой мощности (выше 50 W) и малые специальные лампы, требующие большой световой отдачи (напр. автомобильные, для кинопередвижек, проекционные и т. п.). Конструкция калильного тела — винтообразная нить в виде кольца и зигзага (плоского и кольцеобразного). По отношению к требованиям электрической сети лампы разделяются на: 1) лампы параллельного включения (главная электрическая характеристика — напряжение лампы) и 2) лампы последовательного включения (главная электрич. характеристика — сила тока, постоянная для данной группы последовательно включенных ламп). Определяющими электрическими характеристиками для каждого сорта ламп служат напряжение, которое в большинстве случаев стандартизировано, и мощность лампы в W. Сила света лампы в свечах в настоящее время в качестве определяющего фактора классификации почти не применяется. По назначению лампы разделяются на стандартные, предназначенные для широкого применения в осветительных установках, и специальн. назначения (железнодорожные, трамвайные, автомобильные, миниатюрные, кинопроекторные, прожекторные и пр.).

а) Пустотные лампы. Нить первых пустотных ламп изготовлялась по способу прессования или продавливания массы, состоящей из порошка чистого вольфрама с примесью органических веществ или неорганических склеивающих веществ, через алмазные глазки. Полученная таким образом нить подвергалась прокаливанию при соответствующих условиях с целью удаления примесей. Нить при этом формируется в виде отдельных дуг, склеиваемых при монтаже с помощью специального клея. Лампа с вольфрамовой прессованной нитью, несмотря на ее повышенную по сравнению с другими лампами световую отдачу, которая достигает 7,0 lm/W, отличалась непрочностью (из-за хрупкости нити) и сравнительной дороговизной (вследствие сложных методов изготовления нити). Следующей стадией в усовершенствовании нити явилось применение в 1907 году фирмой Сименс и Гальске вольфрамо-никелевого способа, который дал возможность получить калильное тело в виде сплошной проволоки из вольфрама с 10% никеля, удаляемого путем испарения. Современная гнущаяся вольфрамовая нить является идеальным телом накала в пределах  $t^{\circ}$ ,

к-рые допускаются применением вольфрама. Путем незначительных примесей в процессе обработки нити (см. *Вольфрамовая проволока*), а также применения некоторых специальных методов можно придать ей желаемые для калильного тела свойства: уменьшение хрупкости и способность противостоять провисанию при высоких темп-рах. Из таких примесей, задерживающих вредную рекристаллизацию металла, вызывающую хрупкость нити, на практике применяется окись тория и для устранения провисания спиральных нитей — примесь окиси кремния и щелочных металлов.

Сортамент пустотных ламп с вольфрамовой нитью для общего освещения в СССР определяется стандартом ОСТ 195, включающим лампы широкого потребления с прямой зигзагообразной нитью. Стандарт включает световые и электрические данные и размеры ламп, физич. и механич. свойства ламп, отбор проб и браковку, а также методику испытания ламп. Световые и электрические данные пустотных ламп с установленными допусками приведены в табл. 8. Полезный срок службы лампы в стандарте определяется 20% потери первоначальной силы света. По сравнению с америк. и нем. лампами стандарт построен с несколько менее строгими требованиями в отношении удельного расхода и срока службы.

В настоящее время и в Европе и в Америке пустотные лампы с прямозигзагообразной нитью вытеснены пустотными лампами с винтообразной (спиральной) нитью, мощностью от 15 до 25 W. Лампы имеют преимущества в смысле более удобного и дешевого монтажа нити и более целесообразного распределения светового потока. Лампы выполняются в баллонах, матированных изнутри, что уменьшает возможность загрязнения лампы во время эксплуатации. Потеря света на поглощение матированным баллоном в этом случае не превосходит 2%. В эксплуатационном отношении (в смысле световой отдачи) эти лампы преимуществ перед пустотными лампами с прямой нитью не имеют. Данные германских пустотных ламп с винтообразной нитью приведены в табл. 7.

Табл. 7. — Данные германских ламп с винтообразной нитью.

Напряжение в V	Мощность в W	Средн. сила света в сферах свеч.	W/сфер. св.	Световая отдача в lm/W
100—130 . . . . .	15	8,6	1,74	7,3
	25	15,5	1,62	7,7
	40*	25,5	1,57	8,0
	60*	39,1	1,53	8,2
200—230 . . . . .	25	14	1,84	6,8
	40*	24	1,69	7,4
	60*	36	1,65	7,6

\* Выполняются газонаполненными.

Пустотные вольфрамовые лампы специального назначения выполняются в очень большом количестве типов. Из них наиболее важными являются лампы, применяемые для транспорта, с повышенной прочностью нити, достигаемой целесообраз-

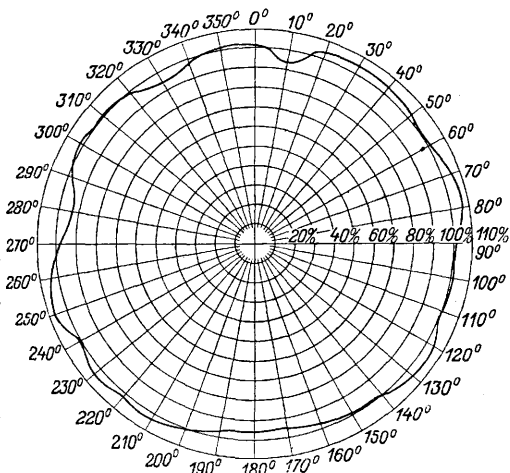
Табл. 8.—Световые и электрические данные пустотных ламп с вольфрамовой нитью (ОСТ 195).

№ по порядку	Номинальное напряжение в V	Мощность в W			Сила света в сферич. св.			Световой поток в lm			Удельное потребление мощности W/св.			Световая отдача в lm/W			Срок службы в часах	Сила света в конце срока службы в св.	Световой поток в конце срока службы в lm
		Номинальн.	Наименьш.	Наибольш.	Номинальн.	Наименьш.	Наибольш.	Номинальн.	Наименьш.	Наибольш.	Номинальн.	Наименьш.	Наибольш.	Номинальн.	Наименьш.	Наибольш.			
1	111 и 120	15	12,75	17,25	8,60	7,75	9,45	108	97	119	1,75	1,66	1,84	7,18	6,82	7,54	850	6,9	96,4
2		25	21,20	28,80	17,30	15,60	19,00	217	196	238	1,45	1,38	1,52	8,65	8,20	9,10	850	12,8	174
3		50	42,50	57,50	35,70	32,10	39,20	447	403	492	1,40	1,33	1,47	8,97	8,52	9,42	850	23,5	358
1	220	20	17,0	23,0	11,10	10,00	12,20	139	125	153	1,80	1,71	1,89	6,97	6,62	7,32	850	8,9	111
2		30	25,5	34,5	18,80	16,90	20,70	236	212	260	1,60	1,52	1,68	7,85	7,45	8,25	850	15,0	189
3		50	42,5	57,5	34,50	31,00	38,00	433	390	475	1,45	1,38	1,52	8,65	8,20	9,10	850	27,6	346

Табл. 9.—Световые и электрические данные газонаполненных ламп (ОСТ 195).

№ по порядку	Номинальное напряжение в V	Мощность в W			Сила света в сферич. св.			Световой поток в lm			Удельное потребление мощности W/св.			Световая отдача в lm/W			Срок службы лампы в часах	Сила света в конце срока службы в св.	Световой поток в конце срока службы в lm
		Номинальн.	Наименьш.	Наибольш.	Номинальн.	Наименьш.	Наибольш.	Номинальн.	Наименьш.	Наибольш.	Номинальн.	Наименьш.	Наибольш.	Номинальн.	Наименьш.	Наибольш.			
1	110	50	43	57	38,5	34	43	484	425	542	1,30	1,14	1,46	9,66	8,50	10,82	800	28,8	363
2		75	64	85	63	60	76	855	752	958	1,10	0,97	1,23	11,41	10,04	12,78	800	51	641
3		100	86	114	100	88	112	1 256	1 105	1 410	1,00	0,88	1,12	12,56	12,05	14,07	800	75	941
4		150	129	171	167	147	187	2 100	1 850	2 350	0,90	0,79	1,01	13,96	12,28	15,64	800	125	1 575
5		200	172	228	235	207	263	2 950	2 600	3 300	0,85	0,75	0,95	14,78	13,01	16,55	800	176	2 213
6		300	264	336	375	338	473	4 710	4 250	5 200	0,80	0,70	0,90	15,70	13,82	17,58	800	281	3 533
7		500	440	560	685	615	750	8 600	7 740	9 450	0,73	0,64	0,82	17,20	15,20	19,30	800	515	6 450
8		750	660	840	1 070	963	1 180	13 450	12 100	14 800	0,70	0,62	0,78	17,94	15,79	20,09	800	800	10 088
9		1 000	880	1 120	1 470	1 320	1 620	18 500	16 580	20 340	0,68	0,60	0,76	18,50	16,30	20,72	800	1 100	13 850
1	220	60	51	69	37,5	33	42	472	415	529	1,60	1,41	1,79	7,85	6,91	8,79	800	28	35
2		75	64	85	53,5	47	60	670	590	750	1,40	1,23	1,57	8,95	7,87	10,00	800	40	503
3		100	86	114	80	70	90	1 005	884	1 130	1,25	1,10	1,40	10,05	8,84	11,26	800	60	754
4		150	129	171	136	120	152	1 710	1 505	1 915	1,10	0,97	1,23	11,41	10,04	12,78	800	102	1 283
5		200	172	228	200	176	224	2 510	2 210	2 810	1,00	0,88	1,12	12,56	11,05	14,07	800	50	1 883
6		300	264	336	326	294	369	4 100	3 690	4 510	0,92	0,81	1,03	13,65	12,01	15,29	800	245	3 075
7		500	440	560	602	542	662	7 560	6 804	8 320	0,83	0,73	0,93	15,13	13,31	16,95	800	452	5 670
8		750	660	840	975	878	1 072	12 250	11 000	13 500	0,77	0,68	0,86	16,31	14,35	18,27	800	730	9 188
9		1 000	880	1 120	1 370	1 230	1 510	17 200	15 500	18 920	0,73	0,64	0,82	17,20	15,20	19,30	800	1 030	12 900

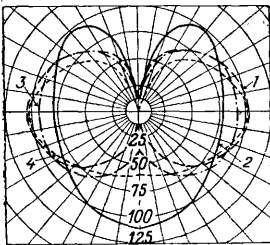
ными специальными укреплениями нити и понижением рабочей  $t^\circ$  нити: железнодорожные—на 30—34 V и 60—65 V, от 15 до 25 W; трамвайные, последовательного включения по 4—5 штук, на 100—120 V, мощностью до 50 W; автомобильные—на 4—16 V, мощностью до 15 W; телефонно-сигнальные—на 8, 12 и 24 V, на 100—200 mA; различные



Фиг. 3.

миниатюрные лампы для питания от аккумуляторных батарей—1,5, 2 и 4 V, мощностью до 2 W, для разных назначений: рудничные, медицинские, для карманных фонарей и проч.

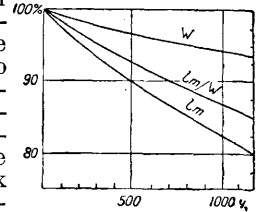
Световые и физические свойства пустотных ламп. 1) Распределение светового потока лампы накаливания зависит от формы и расположения калильной нити, а также и от состояния поверхности баллона (прозрачный, матовый и т. д.). Распределение светового потока характеризуется обыкновенно двумя кривыми его распределения в горизонтальной и вертикальной плоскостях. В большинстве случаев



Фиг. 4.

горизонтальная кривая распределения представляет кривую, б. или м. отличающуюся от окружности (фиг. 3). Вертикальная кривая распределения для ламп спиральной нитью, а также для различных винтообразных (спиральных) нитей приведена на фиг. 4 (1—зигзагообразн. прямая нить, 2—кольцеобразная спиральная нить, 3, 4—зигзагообразная спиральная нить). 2) Изменение светового потока в процессе работы лампы происходит в сторону уменьшения гл. обр. вследствие почернения стенок баллона, покрывающихся налетом распыляющегося вольфрама нити, а также благодаря изменению сопротивления нити. Процесс изменения светового потока пустотной лампы идет по закону кривой  $lm$  фиг. 5, причем крутизна и форма кривой зависят от вакуума лампы,

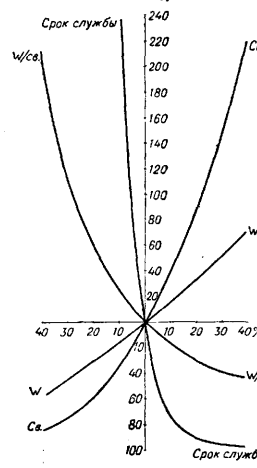
$t^\circ$  калильной нити и отношения ее поверхности к поверхности баллона. Обыкновенно в лампах с тонкими нитями, имеющих меньшую поверхность распыления и меньшую  $t^\circ$ , процесс уменьшения светового потока идет медленнее. Присутствие в баллоне вредных газов и водяных паров увеличивает потери силы света и искажает форму кривой. Повышение  $t^\circ$  баллона выше некоторых пределов иногда влечет за собой более быстрое почернение, происходящее благодаря выделению водяных паров из стенок стекла и отделению вредных газов, поглощенных в процессе действия химических реагентов (геттеров), применяемых при откачке ламп. Как



Фиг. 5.

следствие понижения светового потока и уменьшения потребляемой мощности от увеличения сопротивления нити понижается и светоотдача, что можно видеть также и из кривой  $lm/W$  на фиг. 5. Почернение ламп с винтообразной (спиральной) нитью при одной и той же световой отдаче идет обыкновенно быстрее. 3) Изменение характеристических величин пустотных вольфрамовых ламп в зависимости от напряжения. При изменении напряжения сети изменяются также и основные характеристики лампы: мощность, световой поток, соответствующая сила света и удельн. расход.

Вольфрамовая вакуумная лампа



Фиг. 6.

В особенности резко изменяется при изменении напряжения продолжительность срока службы. Кривые изменения различных характеристик пустотных ламп накаливания в зависимости от напряжения показаны на фиг. 6. 4) Изменение силы света при питании переменным током находится в обратной зависимости от частоты тока и диам. нити. Колебания при частоте выше 30 пер/сек. глазом не замечаются. Неприятное ощущение

начинает появляться лишь при числе периодов, меньшем 25 пер/сек.

б) Газонаполненные лампы. Эффект наполнения ламп накаливания инертным газом состоит: 1) в уменьшении распыления нити во время горения вследствие отбрасывания испаряющихся частиц вольфрама частицами газа обратно на поверхность раскалинной нити (в вакууме частицы вольфрама двигаются прямолинейно и конденсируются в виде налета на рабочей поверхности колбы); 2) в отводе продуктов распыления вольфрама потоками нагретого газа в верхнюю часть баллона, где и происходит их конденсация. Так. обр. уменьшается

почернение рабочей части баллона и увеличивается полезный срок службы. При накаливании нити в атмосфере инертного газа имеет место охлаждение через конвекцию, вызывающее увеличение потерь, и с этой точки зрения наполнение газом, казалось бы, д. б. вредным. Чтобы достигнуть в газонаполненной лампе такой же световой отдачи, как и в пустотной, необходимо повысить  $t^{\circ}$  калильного тела путем подведения добавочной энергии. Возможность экономичного использования наполнения газом объясняется тем, что излучение энергии и света вместе с  $t^{\circ}$  идет быстрее, нежели увеличение конвекционных потерь. Общий баланс расхода энергии (потерь) в пустотной и газонаполненной лампах в 100 W приведен в табл. 10.

Табл. 10.—Общий баланс потерь в пустотной и газонаполненной лампах (в % от всей энергии).

Наименование потерь	Пустотн. лампа	Газонаполн. лампа
Потеря тепла от газа в колбе через теплопроводность и конвекцию . . . . .	0	20
Потеря тепла от вводных проводников и крючков . . . . .	8	5
Потеря на излучение тепла . . . . .	86	67
Световое излучение . . . . .	6	8
Итого . . . . .	100	100

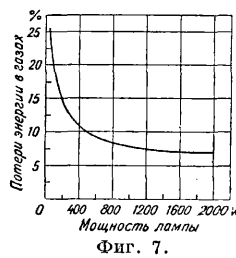
Охлаждающий эффект газа относительно меньше для более толстых проводников, поэтому использование эффекта наполнения газом выгоднее для более мощных ламп. Объяснение этого факта, по предположению Лангмюра, заключается в наличии неподвижного окружающего проводник слоя газа, имеющего одну и ту же толщину для тонких и толстых проводников. Вследствие этого действительная поверхность, охлаждаемая газом, в тонких проводниках относительно больше. Влияние диаметра нити на потери через конвекцию видно из табл. 11, в к-рой приведены значения удельных расходов на горизонт. св. для проволок различных диаметров при разных температурах в азоте и пустоте (по опытам Лангмюра).

Табл. 11.—Значения удельных расходов.

Черн. темп-ра, $^{\circ}K$	Пустотн. лампы	Лампы, наполненные азотом						
		Диаметр в мм						
		Все $\varnothing$	0,025	0,051	0,127	0,254	0,508	1,27
2 400	1,00	4,80	3,13	2,02	1,59	1,35	1,18	1,11
2 600	0,63	2,53	1,71	1,14	0,93	0,81	0,72	0,69
2 800	0,45	1,54	1,07	0,74	0,62	0,53	0,53	0,49
3 000	0,33	1,00	0,71	0,50	0,43	0,39	0,36	0,35
3 200	0,26	0,70	0,51	0,37	0,33	0,30	0,28	0,27
3 400	0,21	0,52	0,39	0,30	0,26	0,24	0,23	0,22
3 540	0,20	0,45	0,34	0,27	0,24	0,22	0,21	0,21

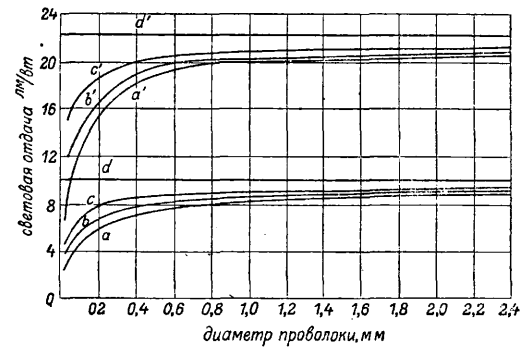
Для использования этого явления представляется целесообразным применять нити, свитые в тесную спираль. Кривая потеря на охлаждение нити через конвекцию для ламп различн. мощностей представлена на фиг. 7. Охлаждение раскален. проводников газом

зависит равным образом и от природы газа. Одноатомные газы при этом вызывают меньшее охлаждение. Это объясняется отсутствием в этом случае диссоциации молекулы на отдельные атомы, вызывающей излишнюю потерю энергии. Эффект различных газов для проводников различных диаметров при постоянной  $t^{\circ}$  дает диаграмма фиг. 8. Здесь



$a$  и  $a_1$ — кривые световых отдач для азота,  $b$  и  $b_1$ — для аргона и  $c$  и  $c_1$ — для ртутных паров при давлении около 1 atm,  $d$  и  $d_1$ — для проволок в пустоте. Кривые  $a, b, c$  и  $d$  при  $T^{\circ} 2445$  и  $a_1, b_1, c_1$  и  $d_1$ — при  $T^{\circ} 2885$ . В производственной практике применяются только аргон и азот. Аргон— благодаря меньшим потерям на конвекцию— для малых ламп; азот для крупных ламп.

Сортамент газонаполненных ламп с вольфрамовой нитью для общего освещения в



Фиг. 8.

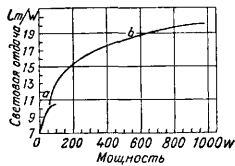
СССР определяется стандартом ОСТ 195, так же как и для пустотных ламп, содержащим данные об их физических и механич. свойствах и методике испытания. Световые и электрич. характеристики газонаполненных ламп приведены в табл. 9. По отношению к заграничным нормам на газонаполненные лампы в смысле светоотдачи наш стандарт для ламп средних (100 W) и высших мощностей на 110—120 V имеет отклонение в сторону понижения на 5—8%. Для ламп 220 V это отклонение не превышает 3%. Лампы меньшей мощности, 50, 75 W, вследствие технических затруднений наших ламповых фабрик имеют большее отклонение в светоотдаче по отношению к заграничным нормам. Полезный срок службы установлен для наших газонаполненных ламп в 800 ч. Для американских ламп светоотдача определяется диаграммой фиг. 9

при полезном сроке службы в 1000 ч. Из диаграммы видно, что ниже 60 W в смысле светоотдачи выгоднее применять пустотные лампы. В настоящее время в заграничной практике, после введения спиральных вакуумных ламп мощностью 15—25 W, га-



зонаполненные лампы выполняются, начиная от 40 W. Таким образом получается непрерывный ряд: пустотные и газонаполненные 15, 25, 40, 60 и 100 W и далее газонаполненные лампы со шкалой (согласно стандарту ОСТ 195), которая приведена в табл. 9.

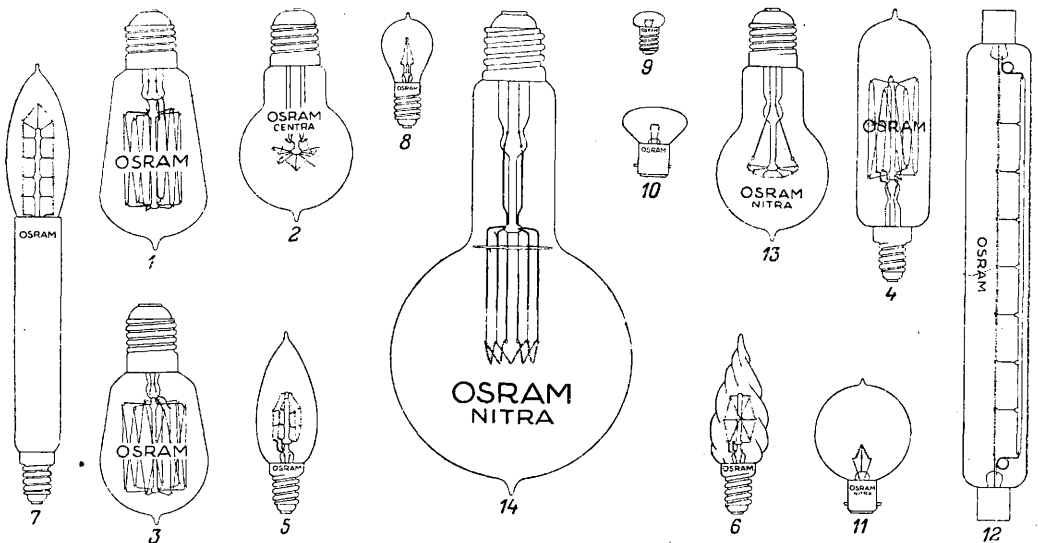
Газонаполненные лампы специального назначения распространены очень широко во всех случаях, где требуется значительный световой поток, большая концентрация и яркость света. В особенности применяются газонаполненные лампы в проекционных устройствах, автомобильных фарах и прожекторах, а также в кинотехнике. Для специальных целей при повышенной световой отдаче газонаполненные лампы имеют пониженный срок службы, в отдельных случаях доходящий до 100 час. и ниже. В американской практике уличного освещения также широко распространены газонаполненные лампы последовательного включения для напряжений от 74 до 56,4 V с силой тока 6,6, 7,5, 15 и 20 A и силой света до 1 200 св. Эти лампы имеют повышенную световую отдачу, доходящую до 19,5 lm/W. Лампы для транспорта: а) железнодорожные, выполняются мощностью до 100 W при 30—34 и 60—



Фиг. 9.

Световые и физические свойства газонаполненных ламп. 1) Распределение светового потока, зависящее от формы и расположения спирали, м. б. характеризуемо кривыми для спиральных ламп, представленными на фиг. 5. 2) Изменение светового потока в процессе горения лампы зависит так же, как и в пустотных лампах, от состояния спирали и отсутствия вредных газов в окружающей среде. Поэтому, во избежание преждевременного почернения лампы, в процессе производства необходимо обращать внимание как на очистку от загрязнений самой вольфрамовой нити, так и на чистоту заполняющего газа при правильном режиме откачки. 3) Влияние изменения напряжения сети на основные электрические и световые характеристики м. б. выражено ур-нем (1). Значения коэф.  $k$ , приведенные в табл. 4, можно считать правильными для газонаполненных ламп лишь с небольшой степенью приближения, т. к. величина их меняется вместе с изменением исходного нормального режима. В особенности это относится к определению срока службы в зависимости от напряжения и удельного расхода. (Наиболее типичные формы ламп накаливания представлены на фиг. 10.)

**Производство ламп накаливания.** По своему характеру это производство является типичным массовым производством, широко применяющим принцип разделения труда



Фиг. 10. 1—грушевидная пустотная лампа, 2—шарообразная пустотная лампа спиральная, 3—железнодорожная лампа, 4—трубчатая лампа, 5, 6, 7—свечные лампы (для лоств), 8—иллюминационная лампа, 9—миниатюрная лампа, 10—автомобильная лампа, 11—проекторная Nitra лампа, 12—софитная лампа, 13—газонаполненная Nitra лампа в 25 W, 14—то же в 500 W.

65 V. Для паровозов применяются более мощные лампы с концентрированной нитью, мощностью до 200 W; б) автомобильные лампы, выполняются мощностью до 100 W при напряжениях 6, 8 и 12—14 V. Проекционные лампы с концентрированной нитью различного расположения и формы выполняются очень больших мощностей—от 300 до 1 000 W и выше. Мощные лампы для киноателье в Америке выполняются 10, 30, 50 kW в одной единице. Светоотдача таких мощных ламп для киноателье достигает 31,5 lm/W.

и автоматизацию отдельных операций. Вместе с этим правильная постановка производства требует серьезной научной базы, т. к. условия работы лампы соприкасаются с целым рядом весьма сложных физич. и химич. явлений. В качестве сырых материалов лампового производства применяются некоторые полуфабрикаты, к к-рым д. б. предъявлены специальные требования.

Стекло, применяемое в ламповом производстве в виде различных палочек, трубок и колб, д. б. прозрачно, бесцветно и удоб-

но для обработки на газовых горелках. Коэф. линейного расширения стекла д. б. равен коэффициенту расширения вводных электродов. Величина его для применяемых в ламповом производстве стекол (свинцового и известково-содового)  $\sim 9,0 \cdot 10^{-6}$ . Стекло это д. б. негигроскопичным и не обладать большой абсорбционной способностью по отношению к газам. Для ламп с газовым наполнением кроме того оно должно обладать специальными электрич. свойствами, так как  $t^\circ$  стеклянных частей здесь может повышаться до 250—300° и стекло, будучи в холодном состоянии непроводником, в горячем может проводить ток электролитически, подобно расплавленным солям. Стекло д. б. стойким по отношению к воздействию атмосферич. влияний. Изготовление стеклянных трубок и колб производится в настоящее время на автоматич. машинах. В случае бессвинцового стекла, более дешевого в эксплуатации, варка производится в ваннах печах, что обеспечивает непрерывность процесса и увеличение производительности завода.

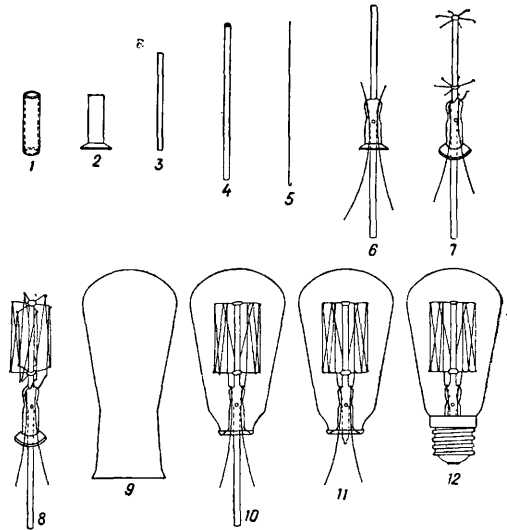
Водные провода кроме равенства коэф-та расширения их металла с коэф-том расширения стекла должны в то же время обладать хорошей «смачиваемостью» стеклом, что необходимо для плотной, газонепроницаемой их впаики. Ранее применялась для вводных проводов платина, к-рая вследствие дороговизны в настоящее время заменена комбинированной проволокой платины и ит, состоящей из стержня из никелево-железного сплава, покрытого электролитич. медью. Сплав никеля с железом в зависимости от их %-ного содержания обладает коэф-том расширения, изменяющимся в широких пределах (см. *Инвар*). Обыкновенно для вводных проводов применяется стержень из сплава 40% никеля и 60% железа. Никелевое железо не сплавляется с стеклом благодаря окисляемости, поэтому стержень покрывается электролитич. медью с таким расчетом, чтобы суммарный коэф-т расширения такой комбинации был равен коэф-ту расширения применяемого стекла. Медная оболочка для предохранения от окисления покрывается борнокислым калием, что увеличивает плотность спайки стекла и металла также благодаря образованию переходной борной эмали. Это борирование производится после обработки комбинированного металла путем проковки и протяжки и превращения в проволоку  $\varnothing 0,20—0,25$  мм.

Металл для электродов и крючков не должен содержать в абсорбированном виде большого количества газов во избежание выделения их при накале лампы. Кроме того при рабочих  $t^\circ$  не должны иметь места деформации металла, вредно отзывающиеся на крепости раскаленной нити. Для электродов применяется в большинстве случаев никелевая проволока, хотя в малых лампах можно применять и чистую медь. Крючки и подержки выполняются из молибдена (см. *Молибден*) благодаря его упругости и высокой  $t^\circ_{пл}$ . При впаивании электродов и крючков в стекло необходимо считаться с неравенством коэф-тов расширения их металлов и коэф-та расширения стекла, вызывающим в нек-рых случаях (большое ко-

личество крючков, слишком толстые крючки) растрескивание стекла. Во избежание этого в мощных лампах стеклянные поддерживающие палочки выполняются составными—из специальных сортов стекол.

Вольфрамовая нить применяется или в виде прямой проволоки или в виде спирали (см. *Вольфрамовая проволока*). Размеры нити (диаметр и длина) зависят от напряжения и мощности лампы. Для пустотн. ламп с прямой зигзагообразной нитью применяется вольфрам с примесью тория. Спиральные пустотные лампы, а также газонаполненные лампы выполняются из так назыв. непровисающего вольфрама, содержащего окись кремния.

Изготовление пустотной лампы разбивается на несколько операций, последовательность к-рых для лампы с прямой нитью показана на фиг. 11. Из нарезанных



Фиг. 11.

кусков стеклянной трубки 1 внизу ее образуют воронкообразное расширение — тарелку 2, которая вместе с заготовленными: стеклянной палочкой (штабиком) 3, стеклянной трубочкой (штенгелем) 4 и электродами 5, состоящими из кусков никелевой, платинитовой и медной проволоки, идет в машину для сборки ножек 6 (в готовом виде). После вставления молибденовых крючков на специальной автоматич. машине ножка 7 идет на операцию навивания нити, которая производится вручную. Готовая навитая ножка 8 поступает вместе с стеклянной колбой 9 на сварку этих деталей, выполняемую на автоматич. карусельной сварочной машине. Запаянная лампа 10 откачивается на автоматической насосной машине, построенной на принципе карусели, с специальными гнездами для присоединения ламп. При вращении лампа переходит через ряд позиций, на к-рых присоединяется последовательно к нескольким насосам, причем во время откачки лампа подогревается до 400° для удаления из стенок баллона находящихся в стекле газов и паров воды. Работа откачки благодаря нагреванию балло-

на сильно ускоряется. Давление остаточных газов в момент отпайки лампы с насоса (которая производится автоматически) равняется  $0,02—0,05$  мм Hg.

Присутствие воздуха и водяных паров во время накала вызывает окисление нити, причем в случае водяных паров имеет место непрерывный перенос вольфрама с поверхности нити на стенки колбы. Процесс идет следующим порядком: водяные пары, соприкасаясь с раскаленной нитью, разлагаются на водород и кислород. Кислород, соединяясь с вольфрамом, образует летучий окисел вольфрама, в свою очередь восстанавливающийся освобожденным в процессе разложения водяных паров водородом в вольфрам; последний в виде налета осаждается на стенках баллона с образованием вновь водяных паров. Этот процесс даже в присутствии незначительных следов водяных паров вызывает в сравнительно короткое время сильное почернение лампы. Другие газы при давлении около  $0,001$  мм Hg могут повести к короткому замыканию внутри лампы. Эти остаточные газы «вычищаются» обыкновенно химическим путем с помощью фосфора и других реагентов. Фосфор с помощью других солей наносится на нить перед запайкой лампы в распрыленном виде или в виде смеси его с нитроцеллюлозой (т. н. г е т е р). После отпайки лампа выключается последовательно с сопротивлением, равным приблизительно сопротивлению лампы, в цепь двойного напряжения (по отношению к номинальному). При зажигании лампы фосфор испаряется, и лампа наполняется синим сиянием благодаря электрическим разрядам через остаточные газы и пары фосфора. Без добавочного сопротивления в цепи лампы вследствие увеличения силы тока лампа м. б. разрушена. Соединяясь с фосфором, остаточные газы образуют бесцветный газовой осадок на стенках лампы. Окончательное давление, при котором вычистка прекращается, соответствует давлению порядка  $0,0002$  мм Hg.

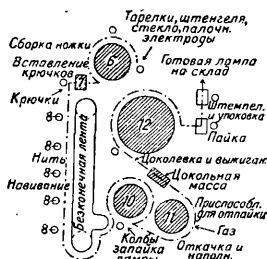
После откатки и отпайки лампы 11 на лампу надевается цоколь, прикрепляемый к колбе с помощью шеллачной или бакелитовой замазки 12. Цоколь в зависимости от назначения лампы может быть или с винтовой нарезкой (цоколь Эдисона) или штыковой (цоколь Свана).

Операционная работа по изготовлению газонаполненной лампы идет аналогично работе по изготовлению пустотной лампы, за исключением подготовки нити и операции откатки, во время которой производится наполнение лампы инертным газом. Перед монтированием нити вольфрамовая проволока при подогревании навивается на специальных машинах в виде спирали на железный или бронзовый сердечник. Диамет. сердечника, а также шаг спирали подбираются в зависимости от диамет. применяемого вольфрама. После изготовления спирали она вместе с сердечником автоматич. машиной нарезается на куски нужной длины, и сердечник вытравливается в подогретых кислотах—серной, азотной или соляной, в зависимости от материала сердечника. Освобожденные от сердечника спирали очищаются прокаливанием в электрической печи в атмосфере водорода или промыванием в соответствующих растворах. Очищенную спираль навивают на ножку лампы. Откатка ламп с наполнением газом производится аналогично откатке пустотных ламп при нагревании баллона. После достижения необходимого вакуума лампа наполняется инертным газом (аргоном или азотом) при давлении около  $600$  мм Hg. Подготовка инертных газов в смысле их очистки должна производиться с возможной тщательностью. Обыкновенно азот и аргон добываются по способу Линде из жидкого воздуха, который содержит  $78\%$  азота и  $1\%$  аргона. Азот кипит при  $-196^\circ$ , аргон при  $-186^\circ$  и кислород при

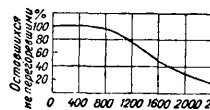
$-182^\circ$ ; путем перегонки при соответствующих  $t^\circ$  можно получить азот и аргон с большей или меньшей примесью кислорода. Остатки кислорода в азоте и аргоне удаляются сжиганием водорода в газе. Последние следы кислорода и водорода удаляются при прохождении газов через раскаленную медь и окисл меди. Углекислота и водяные пары поглощаются каустич. содой и фосфорным ангидридом. Лампы с газовым наполнением не требуют зажигания их при вышеописанных для пустотных ламп условиях, так как, хотя фосфор при откатке их и применяется, однако процесс воздействия фосфора в газонаполненной лампе существенно отличается от такового в пустотной лампе.

Перед упаковкой как пустотные, так и газонаполненные лампы подвергаются маркировке и проверке на кратковременное горение обыкновенно при повышенном (на  $10\%$ ) напряжении. Современное производство ведется по принципу непрерывного потока—по схеме, показанной на фиг. 12. При этом способе контроль на световые и электрические свойства может производиться лишь вне производственной линии. Поэтому такие испытания производятся в процессе производства в специальных отделениях только на выдержку в большем или в меньшем проценте в зависимости от налаженности и стандартности производства. Испытания на долговременное горение, дающие возможность судить о качестве выпускаемого продукта, также должны производиться непрерывно и систематически путем отбора определенного процента ламп из каждой изготовляемой партии. Срок службы ламп определяется на основании сводок о проценте ламп, оставшихся не выбывшими из строя после определенного числа часов горения. Графическое изображение результатов такого испытания представлено на фиг. 13. Испытания ламп должно производиться при номинальном напряжении, причем колебания напряжения не должны превосходить установленных пределов.

**Б. Лампы с вольтовой дугой.** Вольфрамовая дуговая лампа отличается от обыкновенных дуговых ламп (см.) применением в качестве электродов вольфрама в атмосфере азота или благородных газов (см.). В зависимости от конструкции она может работать на постоянном и переменном токе. Зажигание производится тремя способами: а) с помощью раскаленного ионизатора в виде вольфрамовой спирали; б) контактным способом и автоматич. разрывом двух соприкасающихся электродов с помощью биметаллической поддержки электрода; в) путем ионизирующих вспомогательных электродов в атмосфере неона. Первые вольфрамовые дуговые

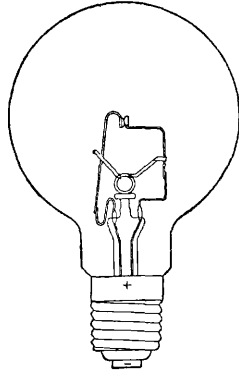


Фиг. 12.

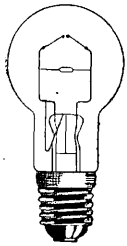


Фиг. 13.

лампы, носящие также название *точечных* (pointolite) ламп, были выпущены английской фирмой Edison в 1916 г. Зажигание их производилось по первому и второму способам. На фиг. 14 изображена точечная лампа фирмы Осрам. Лампы постоянного тока наполняются азотом при 100 мм Hg и зажигание их производится контактным способом. Один из электродов (катод) выполняется из вольфрама с примесью окиси тория. Разрыв производится с помощью биметаллической ленты, нагреваемой проходящим через ленту током. Лампа переменного тока наполняется смесью неона и гелия, биметаллич. лента при разрыве электродов подогривается специальной нагревающей спиралью. Во время горения дуга поддерживается между верхним и нижним вольфрамовыми электродами. Напряжение дуги колеблется от 50 до 60 В и поэтому при включении в сеть используются добавочными сопротивлениями. Лампы постоянного тока изготавливаются силой света 75, 350 и 1 000 горизонтальных свечей при силе тока 1, 3, 4 и 7,5 А. Маломощные лампы изготавливаются с электродами в виде шариков  $\varnothing \sim 2,3$  мм. Лампа на 7,5 А имеет вольфрамовый анод со светящейся поверхностью 48 мм<sup>2</sup>. Лампы переменного тока строятся на 1,3 и 2,5 А для силы света в 40 и 75 горизонтальных св. Лампы переменного тока Филлипс имеют более простую конструкцию с неподвижными электродами, представленную на фиг. 15. Здесь зажигание происходит благодаря ионизирующему действию тлеющего разряда, возникающего между вспомогательными электродами из магния, включенными параллельно основным электродам с добавочным балластным сопротивлением в их цепи, равным 4 500  $\Omega$ . Лампы строятся на 220 В при 1,3 и 2,5 А с силой света соответственно 40 и 80 св. В виду большой концентрации света и яркости, достигающей при нормальной нагрузке 20,0 св./мм<sup>2</sup>, лампы применяются в авиационных прожекторах, при микроскопах и в малых киноаппаратах. Нормальный срок службы 300—400 час. В противоположность обыкновенным вольфрамовым лампам процесс почернения идет при недокале так же, как при нормальном режиме. При изменении напряжения сети на 1% вольфрамовая дуговая лампа изменяет силу света всего на 0,8% против 4% изменения обыкновенной лампы накаливания при тех же условиях. Включение лампы в сеть производится последовательно с балластным сопротивлением в 77  $\Omega$ .



Фиг. 14.

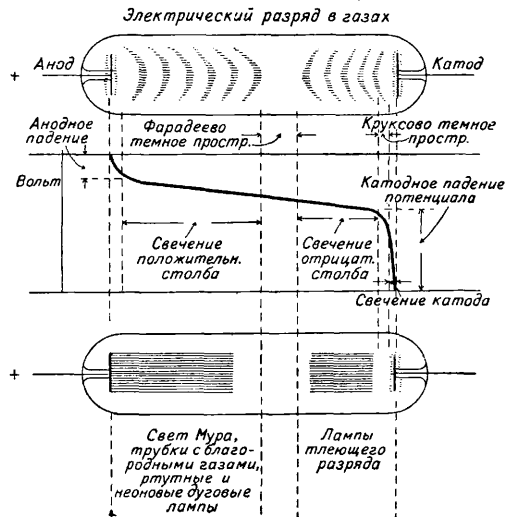


Фиг. 15.

**В. Электр люминесцирующие лампы.** Происхождение электр. тока через газы сопро-

вождается при известных условиях световыми явлениями, к-рые могут быть использованы для осветительных целей. Светящийся газовый разряд м. б. получен: а) при атмосферном давлении и б) в разреженных газах и парах. Оба эти вида разряда находят свое применение в светотехнике, в работе следующих источников света. 1) Разряд при атмосферном давлении между двумя раскаленными электродами в виде *вольтовой дуги* (см.) используется в дуговых лампах с различными электродами (классификация—см. *Источники света*). В этом случае излучение света происходит за счет  $t^\circ$ -ного излучения электродов и в некоторых дуговых лампах также за счет люминесценции самой дуги. 2) Явление дугового разряда используется также в лампах с чистым люминесцирующим светоизлучением в атмосфере газов и паров при различных давлениях. Сюда относятся: ртутные лампы из стекла и кварца и неоновые дуговые лампы. 3) Используется люминесцирующее свечение разреженных газов и паров, находящее применение в следующих лампах: свет Мура с азотом и углекислотой, светящиеся трубки с благородными газами высокого напряжения, лампы тлеющего разряда и безэлектродные индукционные лампы.

Светящийся разряд в трубках с разреженными газами м. б. разделен на три основные



Фиг. 16.

части: а) свечение катода, б) свечение отрицательного столба и в) свечение положительного столба. В зависимости от природы газа, его чистоты и давления светящийся разряд м. б. сплошным и слоистым. Распределение светящихся частей и падения напряжения вдоль светящейся трубки с холодным катодом, не излучающим электронов, приведено на фиг. 16. Здесь же приведено распределение источников света по использованию той или иной части свечения. Из диаграммы распределения видно, что в трубках с холодным катодом, не излучающим электронов, большая часть падения напряжения приходится на катодное падение, вследствие чего в этом случае световая отдача м. б.

достаточно высокой лишь при высоких рабочих напряжениях порядка нескольких тысяч В, когда значение катодного падения невелико по отношению к полному рабочему напряжению лампы. С другой стороны, использование светящегося разряда при холодном не излучающем электродов катоде, при низких напряжениях, как напр. в лампах тлеющего разряда, невыгодно, так как в общем балансе напряжения катодное падение играет доминирующую роль. Путем введения излучающего электроны холодного или раскаленного катода можно уменьшить катодное падение и повысить отдачу ламп с газовым разрядом и при низких напряжениях. Такой случай мы имеем в дуговых неоновых лампах с холодным излучающим электроны катодом и в трубке с раскаленным катодом. Классификация ламп с газовым разрядом вместе с их основными электрич. и световыми данными приведена в табл. 12.

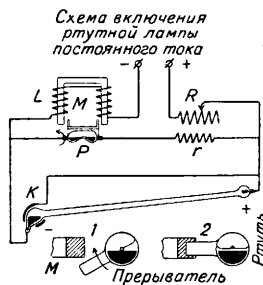
токе, так и на переменном, при условии специальных электрических включений, обеспечивающих непрерывное прохождение электрического тока в одном направлении. В этом случае лампы обыкновенно выполняются с двумя анодами для использования обеих полуволи переменного однофазного тока. Включенная в цепь переменного тока лампа действует при этом как выпрямитель. Зажигание ртутной лампы м. б. осуществлено или а) контактным способом, путем разрыва ртутной струи при прохождении через нее тока (ионизация за счет термионов) или б) толчком высокого напряжения, вызывающим ионизацию ртутных паров за счет свободных первичных электронов. Толчок высокого напряжения вызывается обыкновенно размыканием электрической цепи с большой самоиндукцией с помощью специально прерывателя. Оба вида зажигания м. б. применены как для постоянного, так и для

Табл. 12.—Классификация Л. э. с газовым разрядом.

Вид разряда	Принцип излучения	Род излучения	Род тока	Род лампы	Сила света в св.	Уд. расход W/св.	Полезн. срок горения в ч.
Дуговой разряд	Использование положительного свечения	Люминесценция	Постоянный, переменный (110, 220 В)	Ртутные лампы низкого давл.	350—800	1,0	1 000
				Кварцев. лампы высокого давл.	500—3 000	0,3	
				Неоновые дугов. лампы и трубки с раскален. катодом	250—300	0,5	
Тлеющий разряд	Использование положительного свечения	Люминесценция	Переменный (1 500 до 25 000 В в зависимости от длины трубки)	Свет Мура с азотом	60—80*	1,5	2 000
				Свет Мура с углекислотой	40—50*	3,0	
				Неоновые трубки	60—70*	0,5	2 000
				Неоново-ртутные трубки	30—40*	1,5	
			То же—в цветных трубках	20—30*	3,0		
		Высокочастотный	Индукцион. без-электродн. Л. э.	До 20 000	0,15	—	
	Отрицательное свечение	Люминесценция	Постоян., перемен. (110 и 220 В)	Лампы тлеющего разряда	0,3	10—50	>1 000

\* На 1 м длины.

Ртутные дуговые лампы. Свечение ртутных ламп основано на принципе люминесценции ртутных паров при прохождении электрического тока, вызывающего дуговой разряд. Катодом в ртутных лампах служит ртуть, анодом—электроды, выполненные из железа или угля. Ртутные лампы разделяются на: а) лампы низкого давления с трубками, выполненными обыкновенно из стекла, и б) лампы высокого давления с трубками, выполненными из кварца. Вследствие односторонней проводимости ртутной дуги работа ртутной лампы возможна как на постоянном



Фиг. 17.

переменного тока. Конструкция ртутных ламп очень проста: лампа состоит из трубки, выполненной из стекла или кварца, с шарообразными расширениями на концах, в которые впаяны электроды: один для контакта с ртутью—катод и один или два анода, выполненных из железа или угля.

Лампы низкого давления выполняются из стекла. Диаметр трубки от 25 до 30 мм при длине в зависимости от рабочего напряжения 0,55—1,5 м. Напряжение на концах трубки соответственно равняется 40—80 В. При включении в цепь необходимо применять добавочное балластное сопротивление, величина которого в данном случае зависит от рабочего напряжения сети. Схема включения ртутной лампы постоянного тока приведена на фиг. 17. Здесь R—добавочное балластное сопротивление, L—самоиндукция, создающая при размыкании с помощью прерывателя P экстраток самоиндукции, вызывающий зажигание. Прерыватель рабо-

...

тает автоматически от электромагнита  $M$ ;  $r$ —добавочное сопротивление в цепи прерывателя, устанавливающее ток около 1 А,  $K$ —наружная станиолевая обкладка (конденсатор), облегчающая зажигание. Схема включения ртутной лампы переменного тока приведена на фиг. 18 (обозначения те же, что и на фиг. 17). Выпрямление переменного тока создается применением автотрансформатора  $A-T$  с нулевой точкой, дающего возможность использовать обе полуволны

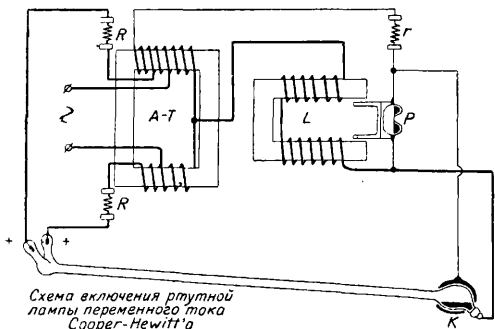


Схема включения ртутной лампы переменного тока  
Cooper-Hewitt'a

Фиг. 18.

переменного тока. Самоиндукция  $L$  при переходе напряжения через 0 поддерживает дугу вследствие сдвига фаз.

Световые и физические свойства ртутных ламп. Ртутная дуга очень богата лучами с короткой длиной волны и имеет линейчатый спектр. Цвет света—зеленоватый, сильно искажающий натуральные цвета освещаемых ртутной лампой предметов. Для получения натурального освещения необходимо комбинировать свет ртутной лампы с светом ламп накаливания. При работе ртутной лампы низкого давления ртутный катод, испаряясь, создает проводящий ток столб ртутных паров при давлении в 1—2 мм Hg. Свет излучается вследствие люминесценции,  $t^\circ$  дуги относительно низка и колеблется в пределах от  $500^\circ$  в центральной части трубки до  $100^\circ$  у внешней поверхности. Железный анод нагревается обычно до  $350$ — $400^\circ$ . Полезный срок службы ртутной лампы ок. 1 000 ч. Дальнейшее горение сопровождается сильным почернением трубки, вызывающим большие потери силы света. Характеристич. данные для ртутных ламп Купер-Юитта приведены в табл. 13.

Табл. 13.—Характеристические данные для ртутных Л. э. Купер-Юитта.

Средняя мощность в W	Напряжение в V	Длина трубки в мм	Нижн. плусфр. сила света в св.	Уд. расх. W/св.	Свет. поток в lm	Свето-отдача в lm/W
Лампы постоянного тока						
192	100—125	500	300	0,64	2 388	12,43
385	100—125	500	600	0,64	4 712	12,23
385	100—125	1 100	700	0,55	5 529	14,36
220	100—125	850	400	0,55	3 142	14,28
385	100—125	1 250	800	0,48	6 283	16,31
Лампы переменного тока						
210	100—125	850	400	0,53	3 179	15,4
380	100—125	1 250	800	0,48	6 285	16,53

Применение ртутных ламп главн. образом ограничивается областью фотокинематогра-

фии благодаря очень хорошей активности света ртутной лампы. В америк. практике кроме того ртутные лампы находят применение для освещения различных рабочих помещений. Свет ртутных ламп применяется также для ускорения биологических процессов при выращивании растений и домашних птиц. В трубках из стекла, пропускающего ультрафиолетовые лучи, лампа может служить также для медицинских целей.

Лампы высокого давления—см. *Кварцевая лампа.*

Неоновые дуговые лампы. Излучение света неоновыми дуговыми лампами основано на люминесценции газа неона, наполняющего стеклянную трубку при давлении от 1 до 11 мм Hg. Характерной особенностью неоновых дуговых газосветных ламп является излучающий электроны катод, дающий возможность понизить катодное падение и тем самым получить светящийся разряд при низком напряжении 120—220 V. Излучающий катод может быть выполнен холодным—таким, как в неоновой дуговой лампе Шрёттера, где катод состоит из соединений щелочных металлов или из сплава таллия и кадмия, обладающих способностью излучения электронов в холодном состоянии при незначительных напряжениях; в других случаях катод выполняется раскаленным, в виде спирали или сетки, накаливаемых электрич. током. Для увеличения эмиссии иногда применяется оксидный раскаленный катод. Лампа выполняется в виде прямой или изогнутой

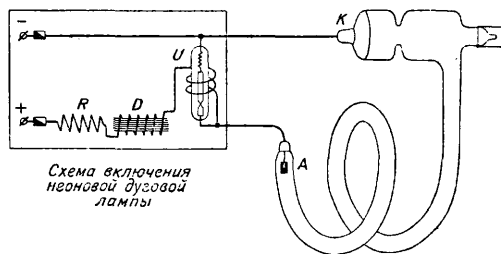


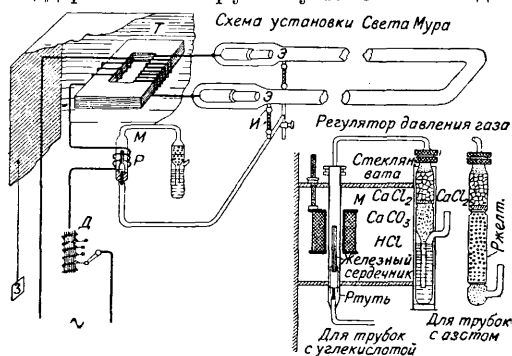
Схема включения неоновой дуговой лампы

Фиг. 19.

трубки. Свет лампы—светлокрасный. Сила тока лампы от 0,8 до 2 А при напряжении ок. 120 V. Длина трубки около 1 м, диаметр до 30 мм. Сила света такой трубки равняется 250—300 горизонтальн. св. Удельный расход, несмотря на присутствие в цепи лампы балластного успокаивающего сопротивления, поглощающего при 220 V до 70 V, равняется 0,5 W/св. Срок службы свыше 1 000 ч. Зажигание осуществляется подобно ртутной лампе экстратокм самоиндукции при размыкании цепи с помощью вакуумного прерывателя  $U$  (фиг. 19—схема включения неоновой лампы). При переменном токе трубки выполняются с двумя анодами, схема включения аналогична в этом случае схеме включения ртутной лампы переменного тока (фиг. 17). Красный цвет неоновых световых может быть изменен примесью к неону других газов, при соответствующем понижении световой отда-

чи. Примесь ртутных паров дает зеленовато-голубое свечение, причем светоотдача уменьшается приблизительно в два раза. Применяются неоновые дуговые лампы для сигнальных и рекламных целей.

**Свет Мура.** Свечение трубок Мура основано на принципе использования положительного столба светящегося газового разряда в атмосфере азота или углекислоты. Трубки с азотом дают золотисто-желтый свет, с углекислотой—белый, близкий к дневному. Благодаря очень большой длине, достигающей 60 м, трубки Мура требуют применения тока высокого напряжения, достигающего в некоторых установках 25 000 В при 50—60 пер/сек. В зависимости от диаметра сила света трубок с азотом на 1 м длины колеблется в пределах от 60 до 80 горизонтальных св/м, при удельном расходе 1,5 W/св. Трубки с углекислотой имеют силу света от 40 до 50 горизонтальных св. на 1 м длины, при удельном расходе около 3 W/св. Примесь к углекислоте гелия дает возможность понизить удельный расход до 2,0 W/св. В стационарных установках стеклянные трубки света Мура диаметром около 40 мм прокладываются по потолку или по карнизам помещения и питаются от специальных высоковольтных трансформаторов мощностью в зависимости от длины от 2 до 4 kW. Общий схематический вид стационарной установки света Мура представлен на фиг. 20. Особенностью этого рода ламп является специальный клапан, или регулятор давления газа, назначение которого поддерживать в трубке установленное дав-



Фиг. 20.

ление газа, понижающееся в процессе работы под влиянием его абсорбции продуктами распыления железных или угольных электродов Э, а также благодаря образованию хим. соединений. Схема действия заключается в следующем: при понижении давления газа, в нормальном состоянии равного ок. 0,5 мм Hg, увеличивается ток в цепи трубки. Увеличение тока усиливает втягивающую силу электромагнита М, воздействующую на сердечник подвижной стеклянной трубки, нижним концом опущенной в ртуть. Отверстие трубки, которая сообщается с внутренним пространством светящейся трубки, закрытое куском пористого угля, освобождается при этом из-под ртути и дает возможность проникнуть небольшому количеству азота в светящуюся трубку. Вследствие восстановления нормального давления устанавливается

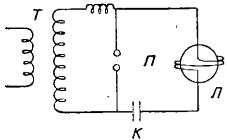
нормальный ток в цепи и клапан закрывается. Азот получается путем пропуска воздуха через желтый фосфор, находящийся в трубке, соединенной с клапаном. Трубки, соединяющие отдельные ветви трубы с клапаном U, на некоторой длине заполнены сухим песком или стеклянной ватой, препятствующей возникновению короткого замыкания электродов через соединительн. трубки. В небольших установках длиной от 2 до 5 м, применяющихся например для светящихся букв, сохранения давления можно достигнуть введением внутрь трубки азидных соединений, которые разлагаются в процессе работы трубки, выделяя азот, и т. о. поддерживают необходимое давление. Такие трубки работают при напряжении от 3 000 до 5 000 В и имеют силу тока около 0,15 А. Стационарные установки света Мура с углекислотой выполняются длиной до 40 м при напряжении до 25 000 В. Кроме того в некоторых случаях применяются переносные установки мощностью около 1,5 kW, при напряжении в 5 000 В и длине трубки около 6 м. Вся установка монтируется в компактном ящике вместе с трансформатором, рефлектором, трубкой и регулирующим клапаном. Удельный расход мощности таких ламп несколько выше удельного расхода стационарных установок: в зависимости от давления газа он колеблется в пределах 1,55—4,4 W на горизонтальн. св. Конструкция регулирующего клапана в лампах с углекислотой аналогична вышеприведенной для азота. Углекислота получается при помощи воздействия соляной кислоты на мрамор и последующего осушения. При долговременном действии установка света Мура постепенно загрязняется продуктами выделения электродов, а также примесями посторонних газов, проходящих через клапан. Вследствие этого через некоторое время цвет испускаемого света изменяется и вместе с ним повышается удельный расход. Поэтому установка периодически должна очищаться путем откачки и свежего наполнения. Обычно это производится через 8 000—10 000 час. Стоимость света Мура как источника света заключается в небольшой яркости светящейся поверхности и равномерном распределении светового потока, дающем возможность создавать в освещаемом пространстве освещение без теней. Недостатки света Мура — необходимость пользоваться высоким напряжением и сравнительная трудность монтажа стеклянной многометровой трубки.

Светящиеся трубки с благородными газами высокого напряжения работают, так же как и свет Мура, на принципе использования положительного столба. В качестве наполняющего газа применяются неон, смесь неона с ртутными парами и другие смеси при давлении наполнения ок. 2 мм Hg. Цвет испускаемого света в неоновой трубке—красный, смесь неона с ртутными парами дает голубое свечение. Путем применения трубок из окрашенного стекла из этих двух цветов можно получить другие комбинации. Световые характеристики светящихся трубок следующие: трубки с неоном имеют силу света от 60 до 70 горизонтальных св. на 1 м длины при удельном

расходе около 0,5 Вт/св. Трубки со смесью неон—ртуть дают на 1 м длины от 30 до 40 горизонтальных св. при удельном расходе в 1,5 Вт/св. В окрашенных трубках для получения зеленого цвета неон—ртуть дает 20—30 горизонтальных св. с 1 м при удельном расходе около 3,0 Вт/св.

Электрические характеристики. Трубки с неон при  $\varnothing$  8 мм и длине 1,5—2 м потребляют от 0,01 до 0,012 А при напряжении около 1 500 В. Трубки  $\varnothing$  20 мм той же длины имеют силу тока 0,075 А при напряжении 750 В. Напряжения зажигания светящейся трубки д. б. выше нормального рабочего приблизительно на 75%. Для этого питающий трансформатор рассчитывается на повышенное напряжение и выполняется с большим магнитным рассеиванием. В первый момент такой трансформатор дает напряжение достаточное для зажигания трубки, при прохождении тока напряжение понижается до рабочих пределов, осуществляя автоматич. саморегулирование величины проходящего тока. Лампы состоят из прямых или изогнутых в любую форму трубок с расширением на концах для электродов, выполняемых обыкновенно из железа и имеющих достаточную поверхность для рассеивания выделяющегося в процессе работы лампы тепла. Срок службы трубок достигает 2 000 ч. Применение трубок с благородными газами за границей очень широко распространено для рекламных целей. Благодаря небольшому рассеянию красного неоновый свет туманом и влажной атмосферой неоновые трубки широко применяются для маяков и в осветительных установках аэродромов.

Безэлектродные индукционные лампы. Светящийся газовый разряд можно получить также в замкнутом пространстве стеклянного баллона, помещенного в поле токов высокой частоты, путем индукции. Полученный т. о. разряд является следствием воздействия как электрического, так и электромагнитного поля. Воздействие электрич. поля создается разностью потенциалов на концах возбуждающей катушки, вследствие чего имеет место разряд в газе с положительным свечением. Кроме того вследствие воздействия магнитного поля создается крутовой разряд, также со свечением положительного столба. В качестве генератора колебаний здесь применяется искровой контур высокой частоты или контур с ламповым генератором незатухающих колебаний. Схема установки с искровым контуром представлена на фиг. 21. Напряжение в контуре создается высоко-

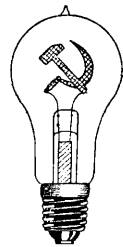


Фиг. 21.

вольтным трансформатором  $T$  с искровым промежутком в цепи  $P$ . Возбуждающая катушка включается параллельно искровому промежутку через конденсатор  $K$ . Число колебаний, необходимое для получения светящегося разряда, достигает  $1 \div 3 \cdot 10^6$  пер/сек. Лампа  $L$  выполняется в виде шара, наполняемого тем или иным газом или смесью газов. Из газов применяются неон,

смесь аргона с ртутными парами и др. Световые свойства лампы очень высоки: при диам. шара около 7,5—8 мм можно получить силу света около 20 000 св. с удельным расходом в 0,15 Вт/св., отнесенным к энергии, потребляемой лампой, измеренной калориметром. Благодаря возможности получения при наполнении различными газами излучения различной длины волны лампа может быть применена для разнообразных целей. С применением кварцевого баллона и наполнением баллона смесью аргона и ртутных паров можно получить мощный источник ультрафиолетовых излучений в различных областях этой части спектра. Ультрафиолетовые излучения большей длины волны могут быть использованы в фотографии и в кинематографии, а короткие ультрафиолетовые излучения — в терапии и для различных фотохимических процессов. При наполнении баллона неон безэлектродные индукционные лампы применяются в настоящее время в Америке для маяков и аэродромов. Препятствием к широкому распространению этого источника света служит дороговизна первоначального оборудования. С усовершенствованием и удешевлением высокочастотных установок лампа должна получить более широкое распространение.

Лампы тлеющего разряда. Использование катодного свечения газового разряда находит применение в лампах тлеющего разряда. Этот род ламп, вследствие невозможности получения светового потока достаточной мощности в осветительных установках, не имеет распространения за исключением небольшого числа специальных применений для специального освещения, в виде реле и др. При наполнении лампы смесью из 75% неона и 25% гелия при давлении 10—15 мм Hg можно получить наибольший световой эффект. Лампы тлеющего разряда изготавливаются в форме шара или груши с расположенными внутри электродами различных форм, выполненными из железа или алюминия. Для понижения потенциала зажигания при 110 В электроды покрываются азидными соединениями бария. Расстояние между электродами 2 мм. Свечение лампы на постоянном токе имеет вид слоя, покрывающего поверхность катода, который в лампах постоянного тока выполняется с большой поверхностью. Общий вид такой лампы приведен на фиг. 22. В лампах переменного тока электроды имеют поверхность одного размера и свечение покрывает оба электрода. Лампы тлеющего разряда применяются для 110 и 220 В. Сила тока ламп постоянного тока ок. 0,02 А, для переменного — 0,03 А,



Фиг. 22.

при излучаемом световом потоке — от 1 до 4 lm. Удельный расход от 10 до 50 Вт/св. Срок службы ламп свыше 1 000 ч. Последовательно с лампой включается добавочное успокаивающее сопротивление: в лампах на 220 В в 5 000  $\Omega$ , в лампах 110 В — 1 500  $\Omega$ . Сопротивление выполняется в виде тонкой константановой проволоки или коллоидального графита, нанесенного на стекло в нож-



ке лампы. Не имея широкого применения в осветительн. установках, эти лампы применяются широко для различн. реле, индикаторов и т. п. благодаря их малой мощности и отсутствию световой инерции при работе.

Лит.: Зеленцов М. Е., Световая техника, Л., 1925; Иванов А. П., Электрич. лампы и их изготовление, П., 1923; СЭТ, Справочная книга для электротехников, т. 3, отд. 17, Л., 1928; Саду Л. а. D a t e s H., Illuminating Engineering, N. Y., 1925; Handbuch der Physik, hrsg. v. Geiger H. u. Scheel K., B. 19, В., 1928. А. Иванов.

**ЛАНДОЛЬФИЯ-КАУЧУК**, общее название для многих хороших сортов африк. каучука, гл. обр. из Конго, получаемых из млечного сока ландольфии, выщегося растения из рода *Arcocynapseae* (*Landolphia owariensis*, *Droogmansiana*, *Gentilei*, *Klainii*, *Dawei*, а также *Clitandra Arnoldiana*, *Cl.Nzunde* и др.). К Л.-к. относятся следующие сорта: акра, ангола, бенгуела, габуи, гамбиа, кассаи, либериа, лоанда, мадагаскар, нигер, занзибар, сенегал, сиерра-леоне, замбези.

Лит.: Marzahn R., Materialienkunde f. d. Kautschuk-Techniker, 2 Aufl., В., 1920.

**ЛАНКАШИРСКИЙ КОТЕЛ**, см. *Котлы паровые*.

**ЛАНОЛИН**, жировое вещество овечьего жира (см. *Воски*), где оно находится в смеси с свободными жирными кислотами и органическими солями калия. Л. отличается от обычных жиров тем, что представляет собой не глицериды жирных кислот (олеиновой, пальмитиновой и др.), а продукты сочетания этих кислот с одноатомными спиртами — холестерином  $C_{27}H_{45}OH$ , изохолестерином  $C_{26}H_{43}OH$  и др. Характерный состав для Л.—холестериновый и изохолестериновый эфиры ланолиновой кислоты. Вообще состав ланолина очень сложен и не всегда одинаков.

Ланолин добывается из промывных вод при мойке мериносовой шерсти. При промывке шерсти щелочами омыляются только свободные жирные кислоты, между т. м как эфиры холестерина и изохолестерина не омыляются, но хорошо эмульгируются в мыльной воде. Для отделения эмульгированного жира от мыльного раствора эмульсию центрифугируют. Дальнейшая очистка жира производится повторным переплавлением и промывкой. Полученное жировое вещество желтоватого цвета со слабым неприятным запахом. Для получения более чистого Л. существует несколько методов; например жир сплавляют с небольшим количеством извести, сплав обрабатывают ацетоном, который растворяет Л., а образовавшиеся известковые мыла остаются нерастворенными; затем раствор отделяют от кальциевых мыл, отгоняют ацетон и в остатке получается чистый безводный ланолин.

Чистый Л.—вещество нейтрального характера, светложелтого цвета, без запаха и вкуса; он не растворяется в воде, трудно растворяется в спирте, но хорошо растворим в эфире, хлороформе и ацетоне. Водным раствором едкой щелочи Л. не омыляется; спиртовой раствор щелочи при нагревании производит частичное омыление, полное же омыление достигается с большим трудом. При омылении Л. дает холестерин и изохолестерин. Существует специальная реакция для Л.: 1 г Л. растворяют в 3—4 см<sup>3</sup> уксу-

сного ангидрида, затем прибавляют крепкой серной кислоты; при этом появляется розово-красное окрашивание, скоро переходящее в зеленое и затем в голубое (ни один глицерид не дает этой реакции). Безводный Л. плавится при 40° и способен поглощать и удерживать в себе значительное количество воды, не теряя своей консистенции; поэтому в продаже кроме безводного Л. имеется еще Л. с 25% воды. Ланолин не изменяется от воздуха, от действия атмосферных агентов и является средней, неблагоприятной для развития микроорганизмов. Отличаясь нейтральным характером, ланолин может быть смешиваем с любым веществом, почему и применяется в медицине для составления лекарственных мазей и в косметике для изготовления помад, мыл и т. п. Применение ланолина в медицине и косметике объясняется еще его способностью проникать в верхние слои человеческой кожи. Технич. (неочищенный) Л. применяется еще в качестве смазочного материала.

Лит.: Петров П. П., Химическая технология волокнистых материалов животного происхождения, Москва, 1924; Шапошников В. Е., Общая технология волокнистых и красящих веществ, Москва—Киев, 1926. А. Моторин.

**ЛАТУНЬ** (нем. — Messing, англ. — Brass), сплав меди с цинком, иногда с различными добавками других металлов (свинец, железо, алюминий, марганец и др.). Практич. значение имеют сплавы с содержанием до 50% цинка. По технологическ. свойствам и строению латуни могут быть разделены на две основных группы: а) Л. с содержанием меди выше 63% ( $\alpha$ -латунь, см. *Стр. ТЭ*, т. II, стр. 201)—весьма вязкий сплав; хорошо обрабатывается в холодную на листы, ленты, проволоки, штампованные изделия (посуда, гильзы и др.); прокатка в горячую возможна только при очень чистых сортах применяемого цинка (двойной рафинировки или электролитной; свинца не более 0,02—0,03%); б) Л. с содержанием  $Cu$  63—54% ( $\alpha + \beta$ -латунь), хорошо выдерживающие прокатку, штамповку в горячем состоянии, отличающиеся высоким сопротивлением на разрыв, особенно с прибавкой других металлов (специальные латуни).

Многочисленным сортам и составам латуни Промстандарт ВСНХ дает следующую классификацию. Металл 401: т о м п а к — Л. Т. 90 и Л. Т. 85 с содержанием меди соответственно 92—87% и 87—82% и л а т у н ь — Л. 72 и Л. 68 с содержанием меди 74—70%, 70—67% по строению и свойствам принадлежат к группе  $\alpha$ -латуни; сумма остальных примесей не превышает 0,2%; л а т у н ь — Л. 65 и Л. 60 (меди 67—63% и 63—59%) принадлежит ко 2-й группе; содержание свинца допускается до 0,4%, остальных примесей до 0,6%; м у н ц — Л. С. 64 и Л. С. 59 с содержанием меди 67—63% и 61—57% и свинца 1,2—2,5% (присутствие свинца весьма облегчает обработку резцом), остальных примесей от 0,3—до 0,5%; л а т у н ь м о р с к а я — Л. М. 70 и Л. М. 62, содержание меди 71—69% и 63—61% и олова 1—1,5%; остальных примесей 0,2—0,4%; Л. под названием Айх-металл в литом виде имеет временное сопротивление на разрыв 40,3 кг/мм<sup>2</sup>. Морская Л. применяется на листы для об-

шивки судов (адмиралтейский сплав). Присутствие олова повышает сопротивление коррозии (особенно действию морской воды). Морская Л. может быть отнесена к группе специальных Л., к-рых имеется значительное количество с самыми разнообразными названиями в зависимости от видовых примесей или от имени изобретателя и фирмы. Состав нек-рых из них приведен в таблице.

Состав некоторых специальных латуней (в %).

Латуни	Cu	Zn	Sn	Al	Fe	Mn	Pb	Ni
Алюминиевая Л. . . .	63	33	—	4	—	—	—	—
Никелевая Л. . . . .	52,0	40,3	—	—	1,0	1,5	0,2	5,0
Дельта-металл (Айх-Дик-металл) . . . . .	55—57	40—43,5	—	—	0,8—1,3	0—2	0,4—1,8	—
Дуран-металл . . . . .	65	30	2	—	1,5	—	—	—
Рюбель-бронза . . . . .	55	40	—	1,0	1,5	1,5	—	1,0
Марганцовистая (и железная) бронза . . . .	56—58	42—37	0,7—1,2	0,5—0,5	1,2—2,0	0,1—0,4	0—0,7	—
Бронза Парсонса . . . .	60	35	1,0	0,2	1,0	2,4	0,4	—
					Va			
Ванадиевая Л. . . . .	70	29,5	—	—	0,5	—	—	—

Специальные Л. (называемые в большинстве случаев «бронзами») отличаются высокими механич. качествами (сопротивление на разрыв достигает 50—70 кг/мм<sup>2</sup> при удлинении 40—18%) и высоким сопротивлением коррозии при действии к-т и пара, почему применяются для соответствующих частей машин и аппаратуры (напр. рюбель-бронза для винтов, никелевая Л.—для турбинных лопаток и др.). Обычные Л. имеют (в обработанном виде): группа  $\alpha$ -латуни—сопротивление на разрыв 30—35 кг/мм<sup>2</sup> при удлинении 60—46%; группа  $\alpha+\beta$ -латуни 40—60 кг/мм<sup>2</sup> при удлинении 40—25%; Л. последней группы значительно менее устойчивы в отношении коррозии по сравнению с Л. первой группы. Механич. свойства Л. значительно колеблются в зависимости от условий отливки и обработки (состав шихты, способ плавки,  $t^\circ$  литья, скорость охлаждения и т. д.).

Латунное литье применяется для фасонных частей, главн. обр. арматуры ответственного назначения, различных деталей, где можно дать более дешевый, чем бронза, материал с механич. свойствами: сопротивление на разрыв 16—20 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение 25—12%;  $H_{Br}$  50—60. См. *Стр. ТЭ*, т. II, стр. 132, 133, 201, 230, 238, 407 и 414.

*Лит.*: Евангулов М. Е., Сплавы, Л., 1924; Ledebur A.—Bauer O., Die Legierungen u. s. w. für gewerbliche Zwecke, 6 Aufl., B., 1924; Bauer O. u. Hansen M., Der Aufbau d. Kupfer-Zinklegierungen, «Mitt. aus d. Materialprüfungsamt u. d. K.-W.-Institut f. Metallforschung zu Berlin—Dahlem», B., 1927, Sonderheft 4; E n s s l e n J., Sondermessung, Herstellung, Verwendung und Eigenschaften, «Zeitschrift f. Metallkunde», Berlin, 1923, Н. 8; Horner J. G., Brassfounding, A Practical Treatise, 2 ed., London, 1920; Wickers Ch., Metals a. Their Alloys, London, 1923. **Е. Деречей.**

**ЛАФЕТ**, станок, часть артиллерийской системы, являющаяся опорой для орудия и предназначенная для наводки орудия по цели и для возвращения его после выстрела в первоначальное положение. Лафет состоит из противооткатного приспособления, поворотного и подъемного механизмов, прицельного приспособления и основания (см. *Орудие*). Противооткатное приспособление состоит 1) из компрессора

(амортизатора), служащего для поглощения энергии отдачи выстрела; компрессор выполняют в виде цилиндра, наполненного жидкостью, в к-ром перемещается поршень; 2) накатника, служащего для возвращения орудия после отката в первоначальное положение; конструктивно накатник выполняют из цилиндра, наполненного жидкостью, штока с поршнем и воздушного резервуара,

часть к-рого заполнена жидкостью, а часть воздухом, находящимся под давлением 15—50 *atm*. При пружинном накатнике возвращение орудия в первоначальное положение совершается не за счет энергии сжатого воздуха, а силой пружин, помещенных в цилиндре и сжимаемых при откате орудия. Поворотный механизм Л. служит для точной наводки орудия в горизонтальном направлении. Подъемный механизм служит для придания орудью углов возвышения. Прицельное приспособление служит для придания орудью вполне определенного положения как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях, в соответствии с направлением и расстоянием до цели. Подробности и конструктивное выполнение Л. см. *Орудие*.

*Лит.*: см. *Орудие*.

**ЛЕБЕДКА**, часть грузоподъемных машин, служащая для передачи рабочего усилия от двигателя к грузоподъемному тяговому органу (канату, цепи). Согласно своему назначению лебедка состоит 1) из: детали, передающей усилие непосредственно тяговому органу,—барабана для канатов или звездочки для цепей, 2) детали, воспринимающей рабочее усилие от двигателя,—рукоятки для ручного привода или муфты для механического, и 3) передачи, служащей для установления правильного соотношения между скоростями двигателя и тягового органа. В механизм Л. кроме того д. б. включены детали (храповики, тормоза), делающие невозможным самопроизвольный спуск груза при остановке двигателя и позволяющие производить плавный спуск поднятого груза. Л. разделяются: по роду двигателя—на ручные и механические (б. ч. с электр. приводом, реже с приводом от паровой машины, трансмиссии или двигателя внутреннего сгорания); по способу крепления станины—на Л. стенные, нормальные неподвижные, крепящиеся к полу, и катучие; по роду тягового органа—на Л. канатные (для пеньковых и стальных канатов) и цепные (для обыкновенных калиброванных цепей и цепей Галля);

ке лампы. Не имея широкого применения в осветительн. установках, эти лампы применяются широко для различн. реле, индикаторов и т. п. благодаря их малой мощности и отсутствию световой инерции при работе.

Лит.: Зелеников М. Е., Световая техника, Л., 1925; Иванов А. П., Электрич. лампы и их изготовление, П., 1923; СЭТ, Справочная книга для электротехников, т. 3, отд. 17, Л., 1928; Саду L. a. D ates H., Illuminating Engineering, N. Y., 1925; Handbuch der Physik, hrsg. v. Geiger H. u. Scheel K., B. 19, В., 1928. А. Иванов.

**ЛАНДОЛЬФИЯ-КАУЧУК**, общее название для многих хороших сортов африк. каучука, гл. обр. из Конго, получаемых из млечного сока ландольфий, выходящего растения из рода *Arcynoseae* (*Landolphia owariensis*, *Droogmansiana*, *Gentilei*, *Klainii*, *Dawei*, а также *Clitandra Arnoldiana*, *Cl.Nzunde* и др.). К Л.-к. относятся следующие сорта: акра, ангола, бенгuela, габул, гамбия, кассаи, либерия, лоанда, мадагаскар, нигер, занзибар, сенегал, сиерра-леоне, замбези.

Лит.: M a r z a h n R., Materialienkunde f. d. Kautschuk-Techniker, 2 Aufl., В., 1920.

**ЛАНКАШИРСКИЙ КОТЕЛ**, см. *Котлы паровые*.

**ЛАНОЛИН**, жировое вещество овечьего ж и р о п о т а (см. *Воски*), где оно находится в смеси с свободными жирными кислотами и органическими солями калия. Л. отличается от обычных жиров тем, что представляет собой не глицериды жирных кислот (олеиновой, пальмитиновой и др.), а продукты сочетания этих кислот с одноатомными спиртами — холестерином  $C_{27}H_{45}OH$ , изохолестерином  $C_{26}H_{43}OH$  и др. Характерный состав для Л.—холестериновый и изохолестериновый эфиры ланолинолпальмитиновой кислоты. Вообще состав ланолина очень сложен и не всегда одинаков.

Ланолин добывается из промывных вод при мойке мериносовой шерсти. При промывке шерсти щелочами омыляются только свободные жирные кислоты, между т. м как эфиры холестерина и изохолестерина не омыляются, но хорошо эмульгируются в мыльной воде. Для отделения эмульсированного жира от мыльного раствора эмульсию центрифугируют. Дальнейшая очистка жира производится повторным переплавлением и промывкой. Полученное жировое вещество желтоватого цвета со слабым неприятным запахом. Для получения более чистого Л. существует несколько методов; например жир сплавляют с небольшим количеством извести, сплав обрабатывают ацетоном, который растворяет Л., а образовавшиеся известковые мыла остаются нерастворенными; затем раствор отделяют от кальциевых мыл, отгоняют ацетон и в остатке получается чистый безводный ланолин.

Чистый Л.—вещество нейтрального характера, светложелтого цвета, без запаха и вкуса; он не растворяется в воде, трудно растворяется в спирте, но хорошо растворим в эфире, хлороформе и ацетоне. Водным раствором едкой щелочи Л. не омыляется; спиртовый раствор щелочи при нагревании производит частичное омыление, полное же омыление достигается с большим трудом. При омылении Л. дает холестерин и изохолестерин. Существует специальная реакция для Л.: 1 г Л. растворяют в 3—4 см<sup>3</sup> уксу-

сного ангидрида, затем прибавляют крепкой серной кислоты; при этом появляется розово-красное окрашивание, скоро переходящее в зеленое и затем в голубое (ни один глицерид не дает этой реакции). Безводный Л. плавится при 40° и способен поглощать и удерживать в себе значительное количество воды, не теряя своей консистенции; поэтому в продаже кроме безводного Л. имеется еще Л. с 25% воды. Ланолин не изменяется от воздуха, от действия атмосферных агентов и является средой, неблагоприятной для развития микроорганизмов. Отличаясь нейтральным характером, ланолин может быть смешиваем с любым веществом, почему и применяется в медицине для составления лекарственных мазей и в косметике для изготовления помад, мыл и т. п. Применение ланолина в медицине и косметике объясняется еще его способностью проникать в верхние слои человеческой кожи. Технич. (неочищенный) Л. применяется еще в качестве смазочного материала.

Лит.: Петров П. П., Химическая технология волокнистых материалов животного происхождения, Москва, 1924; Шапошников В. Е., Общая технология волокнистых и красящих веществ, Москва—Киев, 1926. А. Моторин.

**ЛАТУНЬ** (нем. — Messing, англ. — Brass), сплав меди с цинком, иногда с различными добавками других металлов (свинец, железо, алюминий, марганец и др.). Практич. значение имеют сплавы с содержанием до 50% цинка. По технологическ. свойствам и строению латуни могут быть разделены на две основных группы: а) Л. с содержанием меди выше 63% ( $\alpha$ -латунь, см. *Спр. ТЭ*, т. II, стр. 201)—весьма вязкий сплав; хорошо обрабатывается в холодную на листы, ленты, проволоки, штампованные изделия (посуда, гильзы и др.); прокатка вгорячую возможна только при очень чистых сортах применяемого цинка (двойной рафинировки или электролитной; свинца не более 0,02—0,03%); б) Л. с содержанием Cu 63—54% ( $\alpha + \beta$ -латунь), хорошо выдерживающие прокатку, штамповку в горячем состоянии, отличающиеся высоким сопротивлением на разрыв, особенно с прибавкой других металлов (специальные латуни).

Многочисленным сортам и составам латуни Промстандарт ВСНХ дает следующую классификацию. Металл 401: т о м п а к — Л. Т. 90 и Л. Т. 85 с содержанием меди соответственно 92—87% и 87—82% и л а т у н ь — Л. 72 и Л. 68 с содержанием меди 74—70%, 70—67% по строению и свойствам принадлежат к группе  $\alpha$ -латуни; сумма остальных примесей не превышает 0,2%; л а т у н ь — Л. 65 и Л. 60 (меди 67—63% и 63—59%) принадлежат ко 2-й группе; содержание свинца допускается до 0,4%, остальных примесей до 0,6%; м у н ц — Л. С. 64 и Л. С. 59 с содержанием меди 67—63% и 61—57% и свинца 1,2—2,5% (присутствие свинца весьма облегчает обработку резцом), остальных примесей от 0,3—до 0,5%; л а т у н ь м о р с к а я — Л. М. 70 и Л. М. 62, содержание меди 71—69% и 63—61% и олова 1—1,5%; остальных примесей 0,2—0,4%; Л. под названием Айх-металл в литом виде имеет временное сопротивление на разрыв 40,3 кг/мм<sup>2</sup>. Морская Л. применяется на листы для об-

шивки судов (адмиралтейский сплав). При-  
сутствие олова повышает сопротивление кор-  
розии (особенно действию морской воды).  
Морская Л. может быть отнесена к группе  
специальных Л., к-рых имеется значитель-  
ное количество с самыми разнообразными  
названиями в зависимости от вводимых при-  
месей или от имени изобретателя и фирмы.  
Состав нек-рых из них приведен в таблице.

Состав некоторых специальных латуней (в %).

Латуни	Cu	Zn	Sn	Al	Fe	Mn	Pb	Ni
Алюминиевая Л. . . . .	63	33	—	4	—	—	—	—
Никелевая Л. . . . .	52,0	40,3	—	—	1,0	1,5	0,2	5,0
Дельта-металл (Айх- Дик-металл) . . . . .	55—57	40—43,5	—	—	0,8—1,3	0—2	0,4—1,8	—
Дуран-металл . . . . .	65	30	2	—	1,5	—	—	—
Рюбель-бронза . . . . .	55	40	—	1,0	1,5	1,5	—	1,0
Марганцовистая (и же- лезная) бронза . . . . .	56—58	42—37	0,7—1,2	0,5—0,5	1,2—2,0	0,1—0,4	0—0,7	—
Бронза Паронса . . . . .	60	35	1,0	0,2	1,0	2,4	0,4	—
Ванадиевая Л. . . . .	70	29,5	—	—	Va	—	—	—
					0,5			

Специальные Л. (называемые в большинстве случаев «бронзами») отличаются высокими механич. качествами (сопротивление на разрыв достигает 50—70 кг/мм<sup>2</sup> при удлинении 40—18%) и высоким сопротивлением коррозии при действии к-т и пара, почему применяются для соответствующих частей машин и аппаратуры (напр. рюбель-бронза для винтов, никелевая Л.—для турбинных лопаток и др.). Обычные Л. имеют (в обработанном виде): группа  $\alpha$ -латуни—сопротивление на разрыв 30—35 кг/мм<sup>2</sup> при удлинении 60—46%; группа  $\alpha$ + $\beta$ -латуни 40—60 кг/мм<sup>2</sup> при удлинении 40—25%; Л. последней группы значительно менее устойчивы в отношении коррозии по сравнению с Л. первой группы. Механич. свойства Л. значительно колеблются в зависимости от условий отливки и обработки (состав шихты, способ плавки,  $t^\circ$  литья, скорость охлаждения и т. д.).

Латунное литье применяется для фасонных частей, главн. обр. арматуры нетоварного назначения, различных деталей, где можно дать более дешевой, чем бронза, материал с механич. свойствами: сопротивление на разрыв 16—20 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение 25—12%;  $H_p$  50—60. См. *Стр. ТЭ*, т. II, стр. 132, 133, 201, 230, 238, 407 и 414.

Лит.: Евангулов М. Е., Сплавы, Л., 1924; Ledebur A.—Baueer O., Die Legierungen u. s. w. für gewerbliche Zwecke, 6 Aufl., B., 1924; Baueer O. u. Hansen M., Der Aufbau d. Kupfer-Zinklegierungen, «Mitt. aus d. Materialprüfungsamt u. d. K.-W.-Institut f. Metallforschung zu Berlin—Dahlem», B., 1927, Sonderheft 4; E n s s l e n J., Sondermessung, Herstellung, Verwendung und Eigenschaften, «Zeitschrift f. Metallkunde», Berlin, 1923, H. 8; Höpner J. G., Brassfounding. A Practical Treatise, 2. ed., London, 1920; W i e k e r s Ch., Metals a. Their Alloys, London, 1923. **Е. Деречей.**

**ЛАФЕТ**, станок, часть артиллерийской системы, являющаяся опорой для орудия и предназначенная для наводки орудия по цели и для возвращения его после выстрела в первоначальное положение. Лафет состоит из противооткатного приспособления, поворотного и подъемного механизмов, прицельного приспособления и основания (см. *Орудие*). Противооткатное приспособление состоит 1) из компрессора

(амортизатора), служащего для поглощения энергии отдачи выстрела; компрессор выполняется в виде цилиндра, наполненного жидкостью, в к-ром перемещается поршень; 2) накатника, служащего для возвращения орудия после отката в первоначальное положение; конструктивно накатник выполняется из цилиндра, наполненного жидкостью, штока с поршнем и воздушного резервуара,

часть к-рого заполнена жидкостью, а часть воздухом, находящимся под давлением 15—50 atm. При пружинном накатнике возвращение орудия в первоначальное положение совершается не за счет энергии сжатого воздуха, а силой пружин, помещенных в цилиндре и сжимаемых при откате орудия. Поворотный механизм Л. служит для точной наводки орудия в горизонтальном направлении. Подъемный механизм служит для придания орудью углов возвышения. Прицельное приспособление служит для придания орудью вполне определенного положения как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях, в соответствии с направлением и расстоянием до цели. Подробности и конструктивное выполнение Л. см. *Орудие*.

Лит.: см. *Орудие*.

**ЛЕБЕДКА**, часть грузоподъемных машин, служащая для передачи рабочего усилия от двигателя к грузоподъемному тяговому органу (канату, цепи). Согласно своему назначению лебедка состоит 1) из: детали, передающей усилие непосредственно тяговому органу,—барабана для канатов или звездочки для цепей, 2) детали, воспринимающей рабочее усилие от двигателя,—рукоятки для ручного привода или муфты для механического, и 3) передачи, служащей для установления правильного соотношения между скоростями двигателя и тягового органа. В механизм Л. кроме того д. б. включены детали (храповики, тормоза), делающие невозможным самопроизвольный спуск груза при остановке двигателя и позволяющие производить плавный спуск поднятого груза. Л. разделяются: по роду двигателя—на ручные и механические (б. ч. с электр. приводом, реже с приводом от паровой машины, трансмиссии или двигателя внутреннего сгорания); по способу крепления станины—на Л. стенные, нормальные неподвижные, крепящиеся к полу, и катучие; по роду тягового органа—на Л. канатные (для пеньковых и стальных канатов) и цепные (для обыкновенных калиброванных цепей и цепей Галля);

кроме того их разделяют на Л. в собственном смысле слова, являющиеся самостоятельным механизмом, и на крановые Л., служащие частью механич. оборудования крана.

Ручные Л. применяются в установках малой мощности; единственным достоинством их является простота конструкции. Трансмиссионные Л. в соединении с двигателями внутреннего сгорания применяются часто при отсутствии других механич. двигателей. Паровые Л. ставят преимущественно на передвижных кранах в виду затрудненного подвода к ним электрич. или гидравлич. энергии. Гидравлич. Л. в настоящее время почти не применяются. Электрич. Л. в виду своей гибкости, легкой регулируемости, удобства подвода энергии, высокого КПД, компактности, постоянной готовности к действию являются наиболее распространенным типом механич. Л. Конструктивное выполнение и расчет см. *Подъемные машины*.

Лит.: см. *Подъемные машины*.

**ЛЕВУЛОЗА**, фруктовый сахар, d-фруктоза,  $C_6H_{12}O_6$ , открыта Дюбрунфо в 1847 г. Часто встречается в растениях вместе с d-глюкозой, например в соке сладких плодов; в большом количестве содержится в составе многих полисахаридов (сахарозы, туранозы, рафинозы, генцианозы, стахиозы, меллицтозы и инулина) и образуется при их гидролизе (инверсии). В чистом виде левулоза получается гидролизом инулина (нагреванием со слабой соляной кислотой); синтетически Л. может быть получена окислением d-маннита азотной кислотой; рацемическая dl-фруктоза, так наз.

α-α-к-р-о-з-а, образуется при действии слабых щелочей на формальдегид, гликолевый альдегид, глицериновый альдегид и диоксиацетон. Из водных растворов Л. кристаллизуется в иглах состава  $2C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ ; из спиртовых растворов — в безводных ромбических призмах. Л. сильно вращает плоскость поляризации света влево, показывает мутаротацию (удельное вращение уменьшается от  $-133$  до  $-93^\circ$ ); очень легко растворима в воде, растворима в спирте (1 ч. на 17 ч. абс. спирта при  $18^\circ$ ) и ацетоне. На вкус значительно слаще сахарозы (примерно на 50—70%), легко усваивается человек. организмом и образуется дрожжами. Левулоза восстанавливает фелингову жидкость; дает фенилозазон, идентичный с фенилозазонами d-глюкозы и d-маннозы. При восстановлении дает смесь d-сорбита и d-маннита, а при окислении — смесь d-глюконовой, d-эритровой, виноградной, мезовинной, гликолевой и щавелевой кислот. Чистая кристаллическая Л. была до последнего времени лишь редким и дорогим лабораторным препаратом, но в настоящее время в США ведутся опыты получения ее в фабричном масштабе из иерусалимского гигантского белого артишока — неприхотливого растения, содержащего большое количество инулина.

Лит.: Шорыгин П., Химия углеводов и ее применение в промышленности, стр. 90—94, Москва—Ленинград, 1927.

**ЛЕГКОПЛАВКИЕ СПЛАВЫ**, см. *Сплавы*.

**ЛЕД**, твердая кристаллическ. форма воды. Темп-ра плавления чистого льда при атмосферном давлении принимается, как известно, за нуль  $t^\circ$  в термометре Цельсия. Уд. в. Л. при  $0^\circ$  равен 0,9168 относительно воды при  $4^\circ$ ; в связи с этим при превращении воды в Л. при  $0^\circ$  происходит увеличение объема приблизительно на 9%. Кристаллы Л. принадлежат к гексагональной системе. В сплошных массах Л. отдельные кристаллы далеко не всегда видны, но часто и в природных условиях и в лаборатории можно видеть достаточно хорошо выраженные кристаллы. Естественные кристаллы Л. обладают весьма разнообразной формой в зависимости от условий их образования. В небольших кусках лед бесцветен, в больших однородных массах (ледниковый Л.) имеет голубой цвет.

Рентгенографическ. исследование структуры Л. обнаруживает расположение атомов, соответствующее гексагональной симметрии кристаллов; при этом атомы располагаются т. о., что между ними оказываются довольно значительные пустоты, чем и объясняется большая легкость Л. по сравнению с водой. Темп-ра плавления Л. при повышении давления понижается. Поэтому, если подвергать Л. достаточному давлению, можно вызвать плавление Л. при  $t^\circ$  ниже  $0^\circ$ . Этим объясняется между прочим скользкость Л., т. к. происходящее при надавливании на Л. частичное плавление образует как бы смазку, уменьшающую трение. Явление пластичности Л., обнаруживающееся между прочим в медленном течении ледников, объяснялось прежде также частичным плавлением Л. В настоящее время выясняется однако, что пластичность Л. есть свойство, обнаруживающееся у многих кристаллических тел и стоящее вне связи с плавлением. Пластичность, или текучесть, кристаллов заключается в большей или меньшей способности атомных слоев кристалла скользить друг по другу; в результате этого скольжения частей кристалла, к-рое связано отчасти с их вращением, в массе кристалла возникают остаточные пластические деформации, превращающие его в агрегат более мелких кристаллов. Такого рода изменения структуры в кристаллической массе Л. происходят с особенной легкостью.

Исследования воды при высоких давлениях показали, что твердых форм воды существует несколько. Обычный Л., или Л. I, при давлениях выше 2 000 atm превращается в Л. II или Л. III', смотря по  $t^\circ$ : при  $t^\circ$  более низких (ниже  $-30^\circ$ ) образуется Л. II, при более высоких — Л. III'. Оказалось, что Л. III' представляет собою менее устойчивую форму Л., стремящуюся при тех же  $t^\circ$  и давлениях превратиться в более устойчивую форму Л. III, обладающую более высокой  $t^\circ_{пл.}$  при том же давлении. У Л. I есть также свои менее устойчивые формы — Л. I', Л. I'', Л. I''', Л. IV, имеющие приблизительно то же отношение к Л. I, как Л. III' к Л. III. При еще более высоких давлениях (выше 3 700 atm) Л. II и Л. III превращаются в Л. V, который при еще больших давлениях (6 300 atm) переходит в Л. VI. Давления, при к-рых происходят превращения Л. из одной формы в другую, зависят от темп-ры. Формы

Л. II, III', V и VI обладают большим уд. вес., чем вода. Если Л. II или Л. III' охладить жидким воздухом, то вследствие медленности превращения при низкой  $t^\circ$  можно иметь эти формы Л. в неустойчивом состоянии и при атмосферном давлении; они превращаются в Л. I' с увеличением объема, причем первоначальный кристалл распадается в тонкий порошок кристаллич. осколков Л. I'. Число различных форм льда, существующих при высоких давлениях, нельзя считать установленным, т. к. возможны и другие формы Л. помимо известных до наст. времени.

Лит.: Б р а г г У. Г., О природе вещей, перевод с англ., М., 1926; В е й н б е р г Б. П., Снег, иней, град, лед и ледяники, Одесса, 1909; Т а м м а н н G., Lehrbuch d. heterogenen Gleichgewichte, Braunschweig, 1924.

А. Млодзевский.

**Заготовка натурального Л.** должна производиться в наиболее холодный и сухой период зимы, причем употребительны следующие способы: а) выколка или вырезка из водоемов; б) намораживание воды; в) накапливание ледяных сосулек. Заготовленный натуральный Л. сохраняется в особых льдохранилищах, к-рые обслуживают жел.-дор. транспорт скоропортящихся продуктов или предназначаются для целей ледосоляного охлаждения. Кроме того льдохранилища являются частью специальных сооружений — ледников.

Заготовка Л. из водоемов — рек, озер и прудов — у нас обычно производится самым примитивным способом — выколкой глыб неправильной формы, к а б а н о в, ломками-пешнями и вытаскиванием льдин посредством багров с большой затратой рабочей силы. Для получения таким способом Л. требуется на 10 т ок. 0,6 раб.-суток. В зависимости от толщины Л. на сани кладется от 2 до 10 кабанов, причем вес их достигает в некоторых случаях до 0,5 т. На подвозку 10 т льда в льдохранилище при расстоянии 3 км требуется от 2 до 3 лош.-суток. Недопустимо брать Л. из заболоченных водоемов с тиной и другими загрязнениями, что делает применение его опасным из санитарно-гигиенич. соображений (например в маслоделии); необходимо обращать внимание на чистоту воды водоема.

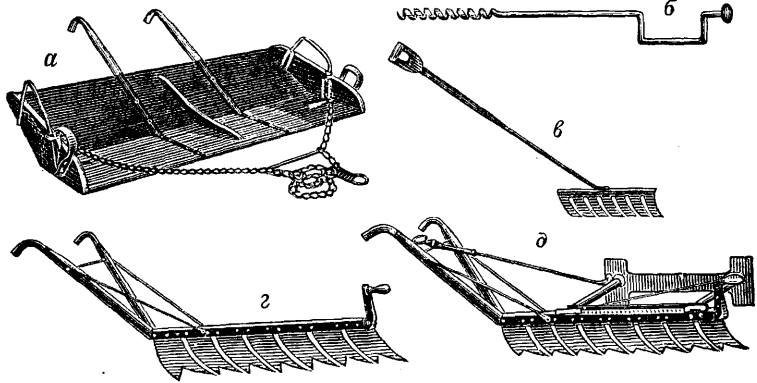
При заготовке Л. в США в больших размерах предварительно намечают необходимую площадь ледяного поля, подлежащего разработке, в зависимости от количества требующегося льда и определенной толщины его. Площадь поля для получения 1 т Л. при различной толщине его составляет:

Толщина в мм. . . . .	300	400	500	600	700
Требующаяся площадь в м <sup>2</sup>	4,0	3,0	2,4	2,0	1,7

Поверхность намеченного участка очищают от снега и на нем посредством ручного плуга делают борозды (глубиной в 2,5 см), к-рыми поле делится на прямоугольники размерами обычно ок. 55 × 80 см. Прорезывание Л. производится конной или электрич. тягой при

помощи плугов с зубьями различной высоты. Так. обр. Л. надрезывается в двух направлениях на равные прямоугольники, к-рые остаются скрепленными в нижней своей части сплошным непрорезанным слоем Л. около 10 см для возможности безопасной работы на Л. Для отделения плотов таких надрезанных льдин применяют маховые или дисковые пилы. Для транспорта Л. к льдохранилищу пилами пропиливают канал. Плоты из нарезанных льдин гонят по открытому каналу, разделяют затем на полосы и наконец на отдельные куски. Для этой цели служат ломы в виде вилки с широкими зубьями клинообразной формы для облегчения работы по откалыванию отдельных льдин. Подъем льдин в льдохранилище производится бесконечной цепью; при этом льдохранилище наполняется правильно укладываемыми кабаном с полу до потолка. На фиг. 1 даны инструменты и машины, применяемые для этой заготовки Л.: а — скребок, б — бурав, в — ручной плуг, г — плуг-разметчик, д — ледяной конный плуг.

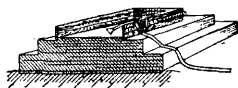
Заготовка Л. на морозивании в воды является одним из лучших способов, так как получается сплошной ледяной



Фиг. 1.

массив без всяких швов и не требуется подвозки Л. и большого расхода рабочей силы; Л. получается достаточно крепкий, но мутный и слоистый. Такой способ однако применим только при соответствующих климатических условиях — при суровой и достаточно продолжительной зиме. Сначала готовят необходимую площадку с планировкой, изоляцией шлаком и настилом шпал или досок. Затем ее покрывают ровным слоем снега в 40—60 мм, снег утрамбовывают, поливают водой и промораживают. Вокруг образовавшейся ледяной площадки устанавливают борты общей высотой в 500 мм, к-рые сшиваются из трех обрезных досок-двоймовок. Во избежание утечки воды все щели д. б. заделаны снегом. Около места заготовки Л. должен иметься водопровод с ответвлениями по 1 крану на каждые 300 м<sup>2</sup> ледяного поля. К выходному отверстию водопровода присоединяется пеньковый рукав, другой конец которого кладется на площадке, причем под него для уменьшения размыва площадки струей воды подкладывается лист железа. Конец рукава по временам перемещают. На-

мораживание производят при  $t^{\circ}$  не выше  $-10^{\circ}$ , наливая на ледяное поле слой воды в 20 мм. При ветре и более низкой  $t^{\circ}$  слой воды допускается до 30 мм. Продолжительность намораживания слоя воды составляет около 3—5 ч. При намораживании в сутки 3—4 слоев для площадки на 100 м<sup>2</sup> выход Л.—ок. 10 м<sup>3</sup>≈8,4 т. Когда Л. наморожен на высоту первого борта, устанавливают второй борт с отступом внутрь массива на высоту борта, чтобы получить отступы, отвечающие уклону 1:1. После того как наморожен Л. во втором борту; борт снимают и готовят для третьего ряда и т. д. (фиг. 2). Высота ледяного массива зависит от климатическ. условий и для центральной части СССР составляет около 2—3 м, увеличиваясь на восток и достигая в Сибири 4—5 м. Кроме намораживания воды в горизонтальной плоскости

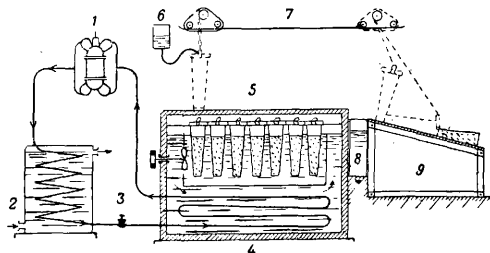


Фиг. 2.

иногда применяется устройство вышек для обливания их водой сверху, причем вследствие лучших условий теплоотдачи ускоряется процесс образования Л.

Заготовка Л. на капливанием сосулек является единственным возможным способом для местностей с мягкими зимами, когда  $t^{\circ}$  не опускается ниже  $-2^{\circ}$  и держится непродолжительное время. Такой способ заготовки Л. требует устройства специальной деревянной эстакады, состоящей из стоек и горизонтальных рам-обвязок, соединенных на шпихах и для большей жесткости железными скобами. Вся эта конструкция образуется как бы три яруса, расположенные друг над другом по высоте на расстоянии 2—2,5 м. На рамы кладут через 0,3 м жерди диам. около 100—150 мм, причем жерди одного яруса располагают перпендикулярно к жердям следующего яруса. К верхнему ярусу эстакады подводится водопроводная труба в 1 1/4 дм. с ответвлениями в 3/4 дм. через 2—4 м, расположенными в шахматном порядке. Отростки возвышаются над уровнем верхнего яруса на 0,5 м и снабжаются сетчатыми насадками-разбрызгивателями. Для предупреждения излишнего разбрызгивания воды верхний ярус обшивают досками на высоту 0,6 м с уклоном внутрь эстакады. Вода выходит из насадок кверху мелкими струйками, к-рые, разбрызгиваясь, замерзают по пути к нижнему ярусу и по мере накопления образуют своего рода ледяные сталактиты. Распыление воды и быстрое ее охлаждение и замерзание можно производить также при помощи продырявленных многочисленными отверстиями труб, располагая их по длине эстакады. Во избежание замерзания воды в трубопроводах и разрыва их они д. б. с уклоном к выходному отверстию, причем регулирующий кран д. б. расположен в теплом помещении. Накапливание ледяных сосулек и смерзание их между собой происходит в 2—3 суток, так что объем льда, получаемого с такой эстакады, составляет приблизительно 50% полного объема ее. Лед затем скалывают или спиливают и отвозят в льдохранилище. Очистка эстакады размерами 12 × 4 м при высоте в 6 м занимает 1 день при 6 рабочих.

Изготовление искусственного Л. достигается применением ледоделательной машины, которая представляет *холодильную машину* (см.), снабженную несколько видоизмененным испарителем-ледогенератором. Искусственный лед по своему внешнему виду допускает следующие подразделения: о п а л о в ы й Л.—мутный, непрозрачный, молочно-белого цвета из-за присутствия в нем воздуха; п р о з р а ч н ы й Л. с небольшой резко мутной сердцевинкой; к р и с т а л л и ч е с к и й Л.—совершенно прозрачный. По своей форме искусственный лед разделяется на лед в блоках, имеющий наибольшее распространение, и Л. в плитах. Блоки, или чушки, обыкновенно весом в 12,5 и 25 кг, получаются в форме усеченной пирамиды с прямоугольным основанием; плиты—куски Л. больших размеров и веса для последующей их разрезки. На фиг. 3 схематически изображена ледоделательная машина, где: 1—компрессор, 2—конденсатор, 3—регулирующий вентиль, 4—ледогенератор, 5—ледяные формы и 6—наполнительный прибор, 7—мостовой кран, 8—оттаивательный сосуд, 9—ледоскат и мешалка-пропеллер. Ледогенератор должен иметь такое расположение испарительных змеевиков, чтобы можно было между ними или над ними поместить ледяные формы. Мешалка-пропеллер заставляет охлажденный рассол циркулировать между формами, которые в больших ледоделательных устройствах соединяют в ряды для выемки их посредством подъемного механизма. Л е д я н ы е ф о р м ы изготавливаются из тонкой стали в 1—1,5 мм с совершенно гладкой



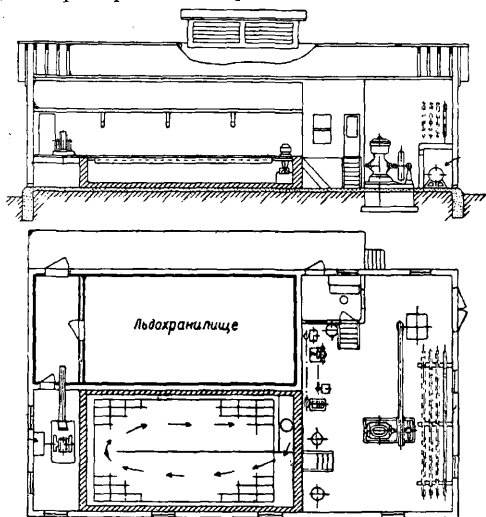
Фиг. 3.

внутренней поверхности для легкого отделения блоков Л. после оттаивания. Для предохранения от ржавчины формы оцинкуют или лудят. Размеры и вес форм при общей высоте 1115 мм следующие:

Вес блока льда в кг	Внутренние размеры в мм		Вес формы в кг
	вверх	вниз	
12,5	190 × 110	160 × 80	8
	140 × 140	120 × 120	
25	245 × 150	217 × 137	10
	190 × 190	160 × 160	

Расход холода на производство искусственного льда составляет в среднем ~ 130 Cal/кг. Продолжительность замораживания воды зависит от  $t^{\circ}$  рассола,  $t^{\circ}$  воды и размеров формы, колеблясь от 7 до 9 ч. для блоков в 12,5 кг и от 12 до 15 ч.—для 25 кг. Для производства прозрачного Л. применяется продувание воздуха в замораживаемую воду посредством тонких трубочек, опущенных в каждую форму, что вызывает перемешива-

ние воды и удаление из нее воздуха. Изготовленный Л. поступает в камеру хранения с  $t^{\circ} -3^{\circ}$  и нагрузкой до 1 т на 1 м<sup>2</sup>. Ледоделательный завод (фиг. 4) объединяет машинное отделение, помещение ледогенератора и льдохранилище. В зависимо-



Фиг. 4.

сти от суточной производительности завода внешний объем здания его и холодопроизводительность машин составляют:

Суточная произв. Л. в т	5	10	15	20
Объем здания в м <sup>3</sup> . . . . .	600	900	1 200	1 500
Машина в Са/час . . . . .	30 000	50 000	80 000	100 000

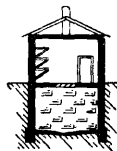
Лит.: Денисов П. И., Заготовка льда, хранение его во временных льдохранилищах и забор из них, Петроград, 1921; Комаров Н. С., Холод, Москва, 1929. **Н. Комаров.**

**ЛЕДЕРИТ**, см. Эбонит.

**ЛЕДНИКИ**, простейшие холодильные устройства, предназначенные преимущественно для краткосрочного хранения скоропортящихся продуктов. Охлаждение в Л. достигается за счет теплоты, поглощаемой льдом при его таянии. В виду того что лед тает при сравнительно высокой для холодильного устройства  $t^{\circ}$  в  $0^{\circ}$  и при его таянии образуется большое количество влаги,  $t^{\circ}$  воздуха в Л. получается обычно выше  $+2^{\circ}$  при влажности около 90%. Однако при надлежащем типе Л. и правильном устройстве его вполне достижимы удовлетворительные результаты хранения пищевых продуктов, в особенности если продолжительность нахождения их в Л. не велика. Применение Л. обуславливается не только назначением их, но и самой возможностью запастись достаточно экономич. образом потребным количеством натурального льда. В нек-рых случаях (для комнатных ледников) по климатич. условиям применяют также и искусственный лед. Л. получили особенно широкое распространение в маслоделии, молочном хозяйстве и рыбной промышленности, для небольших пивоваренных заводов, продуктовых магазинов и т. д. Типы Л. определяются взаимным расположением помещения для пищевых продуктов и собственно ледника-льдохранилища. В зависимости от этого различают следующие типы.

Л. с нижней загрузкой льда (фиг. 1) представляет наименее целесообразное устройство, т. к. холодный, а следовательно и более тяжелый воздух всегда стремится застаиваться над поверхностью льда как места своего охлаждения. Воздух в таких Л. затхлый и очень влажный, а  $t^{\circ}$  его неравномерна из-за отсутствия правильной циркуляции. Отвод воды от тающего льда затруднителен, вследствие того что льдохранилище углублено в землю. Лед часто находится в воде и поэтому тает быстрее. В виду неудовлетворительных результатов охлаждения и высокой  $t^{\circ}$  камеры в Л. этого типа, весьма часто продукты хранят непосредственно на льду, что представляет затруднения при пользовании Л. и вызывает усиленное таяние льда, так что до конца охлаждающего сезона льда обыкновенно не хватает. Положительные стороны этих Л.—простота постройки и удобство при набивке льдом—совершенно не искупают плохой работы их, а потому Л. этого типа должны быть признаны нерациональными.

Л. с верхней загрузкой льда (фиг. 2) является теоретически наиболее совершенным, так как холодный воздух опускается по одной стороне его и охлаждает сохраняемые продукты, а нагретый воздух поднимается по другой стороне у стены для своего повторного охлаждения. В этом



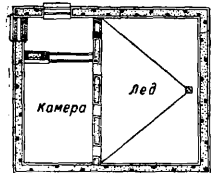
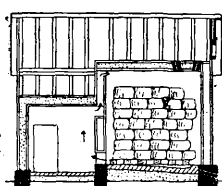
Фиг. 1.



Фиг. 2.

типе Л. получается правильная циркуляция воздуха и поэтому достаточно равномерная  $t^{\circ}$  его. Отвод воды от тающего льда совершается без затруднений. Однако при верхнем расположении льда необходимо особо прочное перекрытие, чтобы выдержать нагрузку льда, к-рая при высоте льдохранилища 3 м составляет ок. 2 700 кг/м<sup>2</sup>. При недостаточной изоляции перекрытия возможно осаживание на нем влаги из воздуха и последующее затем увлажнение сохраняемых продуктов. Кроме того при набивке этого Л. требуется поднимать лед на сравнительно большую высоту. Поэтому Л. такого типа не получили большого распространения, несмотря на правильный принцип действия их.

Л. с боковой загрузкой льда (фиг. 3) получил особенно широкое применение в Канаде и потому часто носит название канадского Л. В этом типе ледника помещение для продуктов располагают



Фиг. 3.

рядом с льдохранилищем и отделяют от последнего стеной с отверстиями для циркуляции воздуха. Эта стена во избежание увлажнения ее от выпадения росы должна иметь изоляцию. Холодный воздух поступает из



льдохранилища через ряд нижних отверстий в этой стене у пола; нагревшись, он поднимается вверх и направляется обратно для повторного охлаждения через ряд верхних отверстий под самым потолком. Нижние отверстия располагают приблизительно через 1 м. Обычные размеры отверстий—длина до 400 мм, высота до 200 мм. Циркуляция воздуха осуществляется естественным путем за счет напора, который получается от разности в удельных весах тяжелого холодного воздуха и согревшегося более легкого. Для усиления этого напора и правильной работы Л. даже в конце охлаждающего сезона льдохранилище обычно устраивают в 1½ раза выше, чем камеру для продуктов. Вследствие циркуляции  $t^{\circ}$  воздуха поддерживается достаточно равномерной, если расстояние между наружной стеной камеры и стеной, отделяющей льдохранилище, не превышает 3—5 м; в противном случае необходима искусственная циркуляция воздуха при помощи соответствующей мощности вентилятора и системы воздушных каналов. При наличии электроэнергии желательна вообще установка крыльчатого вентилятора сверху стены, отделяющей льдохранилище, чтобы усилить циркуляцию воздуха и понизить  $t^{\circ}$  его, хотя это и вызовет некоторое ускорение таяния льда. Отвод воды от таящего льда при этом типе Л. не представляет затруднений и устраивается посредством соответствующих скатов пола к середине льдохранилища и приемника с отводной трубой, снабженной гидравлическим затвором—во избежание проникновения внутрь Л. теплого наружного воздуха. Л. канадского типа обладает большими преимуществами по сравнению с ледниками, имеющими верхнюю загрузку льда, а именно: 1) отпадает надобность в особо прочном перекрытии и облегчается набивка ледника льдом; 2) благодаря правильной циркуляции воздуха достигаются равномерность  $t^{\circ}$  в Л. и легкий отвод воды из него. Поэтому Л. канадского типа заслуживают самого широкого распространения, в особенности для маслодельных заводов и продовольственных магазинов.

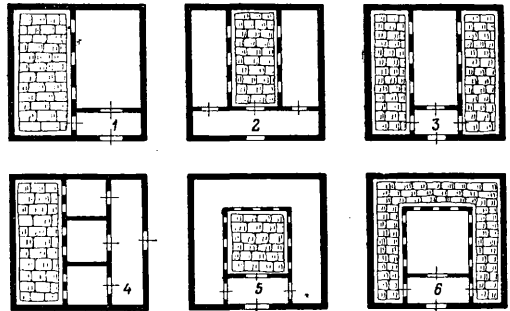
Л. промышленного типа служат на рыбных промыслах для массовой посылки рыбы в теплое время года. Эти Л. пополюину углублены в землю и имеют в длину 20—80 м, в ширину 12—16 м и в высоту 3—4 м. Лдом наполняют боковые отделения шириной 4 м и высотой до 4 м, так что образуются своего рода ледяные закрома, идущие вокруг трех стен и отгороженные от помещения с ларями и чанами для рыбы решетчатыми перегородками. Емкость этих закровов составляет около 50—60% всего объема ледника. Заполнение закровов льдом происходит с крыши через ряд люков, куда лед сваливается возами. Количество льда для набивки ледника в зависимости от размеров его колеблется от 400 до 4 000 возов.

Л. смешанного типа имеет расположение льда или снизу и сбоку или сверху и сбоку. Иногда льдохранилище и помещение для продуктов соединяют в общую камеру, заполненную льдом, в которой находятся бочки, лари и чаны с некоторыми продуктами—солониной, рыбой и проч. Раз-

личают также Л. углубленные в землю и надземные. Кроме того при небольших размерах—ледники с возобновляемой загрузкой льдом.

Л. с возобновляемой загрузкой льдом отличаются тем, что у них имеется только одно помещение для пищевых продуктов, внутри которого у стены устроено приспособление для периодически возобновляемой загрузки льдом. Вследствие расположения решетчатого резервуара для льда почти под потолком получается тип ледника, промежуточный между Л. с боковой загрузкой и Л. с верхней загрузкой.

При проектировании ледника требуется выполнение следующих условий. 1) Планировка Л. и взаимное расположение помещений для льда и продуктов кроме удобства пользования д. б. таковы, чтобы наружная поверхность была возможно меньшей при обеспечении естественной циркуляции воздуха. 2) Устройством ледника должно предусматривать удобную, незатруднительную набивку его льдом и беспрепятственный отвод воды при таянии льда. 3) Строительные материалы л. б. по возможности долговечны, огнеустойчивы и плохими проводниками тепла. 4) Стоимость сооружения Л. не должна быть велика. Планировка Л. зависит от назначения его, типа, величины и числа охлаждаемых помещений, причем объем льдохранилища д. б. в 2—3 раза больше объема охлаждаемых камер. При проектировании стараются придать Л. такую форму, при которой при наибольших полезной площади и объеме получается наименьшая поверхность и длина периметра. Этому условию удовлетворяет приближение Л. в плане к кругу, правильно многоугольнику, что позволяет понизить как стоимость сооружения, так и расход льда при работе Л. Однако такое приближение не д. б. в ущерб удобствам обслуживания. Если Л. является отдельным сооружением,



Фиг. 4.

а не составляет нераздельной части обслуживаемого им предприятия (маслодельного или пивоваренного завода, бойни и т. д.), то при наиболее распространенной боковой загрузке льда могут быть варианты взаимного расположения помещений для льда и продуктов, указанные на фиг. 4. Для уменьшения расхода льда на таяние необходимо всегда предусматривать небольшие передние, защищающие от непосредственного проникания теплого наружного воздуха внутрь Л. При большом числе отдельных камер приходится делать коридор или иметь особую распределительную камеру. Желательно кроме того, чтобы стены льдохранилища, выходящие наружу, имели возможно меньшую длину.

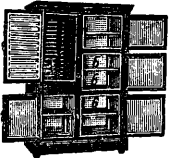
Место для постройки Л. выбирается вдали от выгребных и помойных ям и на некоторой возвышенности, чтобы не увлажнять грунт и удобно отводить воду от таящего льда. С южной стороны желательно иметь защиту от солнечных лучей в виде деревьев и кустов. Двери располагают по возможности с северной стороны. Материалом для постройки ледника часто служит дерево, но оно сравнительно быстро загнивает и способствует развитию плесени и затхлости воздуха. Срок службы деревянного ледника, в зависимости от типа его, качества материала, выполнения и обслуживания, ок. 10—15 лет. Из санитарно-гигиенических соображений и при больших размерах Л. стены возводятся из кирпича или пустотелых бетонных камней, что удлинит срок службы до 20—40 лет. В некоторых случаях применяется железобетон. Стены ледника при деревянных постройках делают из

бревен в виде сруба или каркасного типа. В последнем случае стойки обшивают снаружи и изнутри двумя слоями досок толщиной около 25 мм, соединенных в шпунт, с прокладной картона или просмоленной бумаги—для понижения термодиффузии. Промежуточное пространство между досками и стойками заполняется сухим торфом, шлаком, золой и проч. Стены Л. из кирпича и бетона обычно выполняют с воздушными прослойками толщиной не менее 150 мм, заполняемыми затем различными сыпучими материалами, которые д. б. сухи и плотно набиты в прослойках во избежание оседания и образования пустот, что нарушит однородность изоляции. Для отражения лучей солнца стены ледника снаружи желательно окрасить в светлые цвета. В Л., углубленных в землю, вместо изоляционного слоя для стен и потолков часто довольствуются присыпкой земли с одерновкой. Последняя однако днем сильно прогретая или увлажняется от дождей и не выполняет полностью своего назначения как изоляция. Пол Л. с боковой загрузки обычно состоит из слоя толстого бетона толщиной в 100 мм, набитого поверх грунта, затем слоя шлака, золы или торфа в 300—500 мм и наконец слоя бетона в 100—150 мм. При этом пол льдохранилища располагают несколько выше, чем пол камеры. Для стока воды в небольшой приемный колодец устраивают уклоны; отводящую трубу  $\varnothing$  75 мм снабжают гидравлич. затвором (сифоном), чтобы не было доступа наружного воздуха внутрь Л. Для устранения непосредственного соприкосновения льда с водой делают пол из неплотно прилегающих брусьев. Потолки в деревянных Л. устраивают часто того же типа, что и в жилых строениях, или потолок делают из составленных па ребро досок (50 × 200 мм), расположенных в расстоянии 600 мм друг от друга с подшивкой досок в шпунт, с прокладкой картона и засыпкой легким изоляционным материалом слоем ок. 200—300 мм. При сооружении Л. из огнестойких материалов применяют бетонные перекрытия по железным балкам или железобетонные своды с засыпкой поверх золой или торфом. Двери и люки для загрузки льда делают минимальных размеров. Деревянная обвязка обшивается с обеих сторон досками в шпунт, с прокладкой бумаги и заполнением легким изоляционным материалом. Необходимо плотное прилегание (без щелей) к колодам. Вытяжные каналы делают или дощатыми квадратного сечения 250 × 250 мм или из гончарных труб  $\varnothing$  100 до 200 мм (4—8 дм.).

Набивка Л. льдом совершается в наиболее сухой и холодный период зимы—обычно в январе и феврале. Ледник предварительно проветривают, открывая все двери и люки. Набивка ледников должна происходить по возможности правильными рядами с плотной укладкой к а б а н о в льда. Промежутки между кабанам заполняются мелкими осколками льда и снегом. Для облегчения работы при набивке Л. с верхней и боковой загрузки желательно применение простейших подъемных приспособлений. По окончании набивки люки плотно закрывают, обкладывают соломой или другими изолирующими материалами, забивают досками и без особой надобности не открывают до следующей набивки. В местности с мягким климатом или при затруднениях в получении льда обычно довольствуются набивкой снегом с последующей утрамбовкой его.

Обслуживание Л. заключается в наблюдении за беспрепятственным отводом воды растаявшего льда, вентиляцией ледника, а также в соблюдении в помещениях для продуктов чистоты и опрятности, что имеет большое значение для успешного хранения. При наличии мышей и крыс необходима борьба с ними. При появлении затхлости и плесени следует кроме усиленной вентиляции произвести побелку известью.

Шкафы-холодильники (фиг. 5) имеют сверху (посередине или же сбоку) решетчатый карман А для льда, который составляет ~ 0,3—0,2 объема шкафа. Лед загружается ежедневно через дверцу спереди или сверху шкафа, причем спуск воды от тающего льда производится автоматически через особый сифон в противень под шкафом. Продукты размещаются на решетчатых полках В, укрепленных сбоку ледяного кармана. Из санитарных соображений для небольших шкафов внутренняя поверхность делается из фарфора или же производится облицовка стеклом или эмалиро-



Фиг. 5.

ванном цинком. Изоляция—обычно из пробковых плит в 2 слоя общей толщиной до 120 мм. Х л а д о я щ и к в общем устроен так же, как и шкафы-холодильники, только вместо боковых дверей имеется верхняя крышка, что уменьшает потерю холода при открывании.

Лит.: Голенцовский А. Ф., Ледники в с. х-ве, П., 1923; Зароченцев М. Т. и Комаров Н. С., Ледники, М., 1912; Комаров Н. С., Холод, М., 1929; Соколовский С. Л., Ледники, СПб., 1910; Behrend G., Der Eiskellerbau, Halle, 1900; Menzel-Schubert A., Bau d. Eiskeller, 6 Aufl., Neudam, 1903; Schlesinger J., Der Eiskellerbau, 3 Aufl., B., 1918.

Н. Комаров.

**ЛЕДОКОЛ**, судно, предназначенное для ломки льда и поддержания зимней навигации. Работа Л. во льду точно математически еще не исследована, так как имеется слишком много приводящих обстоятельств, учесть к-рые невозможно, например дрейф, сжатие льда и т. п. Одним из первых, теоретически обосновавших работу Л. и давших приближенный расчет, каким образом производится ломка льда Л. и какой мощностью должен обладать Л. для разбивания льда определенной толщины, является инж. Р. И. Рунеберг. Существуют два способа, посредством которых может производиться ломка льда, а именно: непрерывным нагиском носовой части корабля при ровном его ходе или, при помощи отхода назад, ударом в лед. При этом нос судна поднимается до некой высоты и производит в обоих случаях давление, нормальное к поверхности соприкосновения судна со льдом. Разлагаем это давление по двум направлениям, а именно—по горизонтальному, параллельному льду, и по вертикальному; первое (горизонтальное) настолько мало по сравнению со вторым, что им можно пренебречь. Для получения наибольшего полезного действия Л. надо по возможности увеличивать вертикальную составляющую. По ф-ле Рунеберга

$$V = \frac{R \cos \varphi - fN}{\sin \varphi}, \quad (1)$$

где  $V$ —вертикальное усилие, действующее на нос судна, в кг,  $R$ —горизонтальный напор судна в кг,  $N$ —полное давление на обшивку носовой части судна, перпендикулярное к плоскости соприкосновения обшивки носа со льдом, в кг,  $\varphi$ —угол, образованный средним уклоном батоксов с поверхностью воды (так наз. угол нападения),  $f$ —коэф-т трения, равный 0,05. Далее им же даются:

$$R = \frac{0,75PS}{H},$$

где  $P$ —среднее индикаторное давление на всю площадь поршня цилиндрической машины в кг,  $S$ —ход поршня в м,  $H$ —шаг винта в м;

$$N = \frac{R \sin \varphi + V \cos \varphi}{\cos \beta},$$

где  $\beta$ —угол между ватерлинией и средним наклоном шпангоута в точке пересечения батокса с ватерлинией. Подставляя эти величины в формулу (1) и заменяя  $PS = \frac{N_i \cdot 4500}{2n}$ , где  $N_i$ —индикаторная мощность в ИР и  $n$ —число об/м., Рунеберг получает окончательно:

$$V = \frac{1687,5 N_i (\cos \varphi \cos \beta - f \sin \varphi)}{nH (\sin \varphi \cos \beta - f \cos \varphi)}. \quad (2)$$

Максимальное сопротивление льда этому вертикальному давлению пропорционально

квадрату его толщины и некоторой ф-ии от ширины судна  $B$  в м. Максимальная толщина льда  $t$  в см, ломаемого вертикальным давлением  $V$ , выражается ф-лой:

$$t = 0,5 \sqrt{\frac{V}{\sqrt{B}}} \quad (3)$$

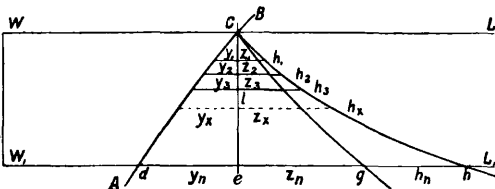
Зная величину  $V$ , можно определить высоту, на к-рую будет поднят нос судна. Этот подъем вызывает уменьшение средней осадки судна, происходящее от сопротивления льда, действующего снизу вверх и равного вертикальному давлению  $V$ . Это уменьшение  $\delta = \frac{V}{A \cdot \gamma}$  (в м), где  $A$ —площадь ватерлинии в м<sup>2</sup>,  $\gamma$  вес 1 м<sup>3</sup> воды в кг. Такое уменьшение средней осадки имеет место при предположении, что усилие  $V$ , действующее вверх, приложено в ц. т. судна. Если же отнести  $V$  в нос на расстояние  $d$ , то подъем носа будет равен в м:

$$\Delta = \frac{V}{A\gamma} + \frac{LVd}{D \cdot GM} \quad (4)$$

где  $L$ —длина судна между перпендикулярами,  $GM$ —продольная метацентрич. высота. В случае действия Л. ударом живая сила судна равна  $\frac{Dv^2}{2g}$ , где  $D$ — водоизмещение в кг,  $v$ —скорость судна в м/сек,  $g$ —ускорение силы тяжести. Энергия удара на лед, считая, что судно остановлено льдом, будет тоже равна  $\frac{Dv^2}{2g}$ . Эта работа расходуется на:

1) подъем судна, 2) преодоление работы трения при входе судна носом на лед. Руненберг дает для этого случая кривые (фиг. 1), по которым определяют давление  $V$  на лед и среднюю потерю осадки судна. Эти кривые строят по следующим данным: кривая  $AB$ —по абсциссам грузового размера; кривая

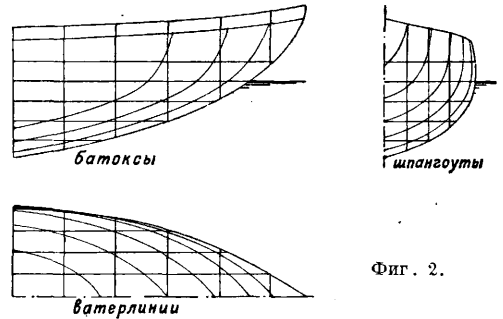
$Cg$  по  $z_n = \frac{f \cos \varphi}{\sin \varphi \cos \beta} \cdot (y_n + \frac{Ly_n^2 d}{D \cdot GM})$ ; кривая  $Ch$  по  $h_n = \Delta x (y_1 + \dots + y_n + z_1 + \dots + z_n)$ , где  $y$ —потеря водоизмещения, которая выража-



Фиг. 1.

ется длиной отрезка между грузовым размером  $AB$  и вертикалью  $Ce$ , а  $\Delta x$  является расстоянием между эквидистантными ватерлиниями. Определяя работу, поглощенную ударом, из выражения  $W = \frac{Dv^2}{2g} = h_x$ , откладывают это значение как ординату  $h_x$  и получают по фиг. 1:  $V = y_x$  и  $Ci = \delta$ , т. е. среднюю потерю осадки судна. Толщина льда  $t$  и подъем носовой части судна определяются из формул (3) и (4) подстановкой найденной величины  $V$ . В. И. Афанасьев дает следующую ф-лу для мощности:  $N_i = 0,388vd^2$ , где  $N_i$ —индикаторная мощность машины, потребная для безостановочного взламывания сплошного льда,  $v$ —скорость движения в узлах (узел=1,853 км в час),  $d$ —толщина сплошного льда в см. Последняя ф-ла основана на предположении, что Л. не имеет перед-

него винта. Носовые обводы играют большую роль при ломке льда. Отлогие шпангоуты и ложкообразная форма носа полезны для первоначального обламывания льдин, но для дальнейшей ломки льда становятся невыгодными, так как ложкообразный нос (фиг. 2) задерживает движение судна: глыба льда, попадая под носовую часть, там остается, к ней прилегает следующая глыба и т. д. до тех пор, пока образующееся перед носом судна разбитое поле льда не задерживает Л. При шпангоутах, имеющих меньший уклон, глыба становится почти вертикально и легче



Фиг. 2.

уступает путь ледоколу. Ложкообразные обводы приняты в речных Л. и оправдывают себя в совершенно пресном речном льде, но в отношении морских ледоколов большинство авторитетов высказывается против ложкообразного носа (лед морской воды считается слабее пресноводного). По расчетам Руненберга, уменьшение угла нападения  $\varphi$  увеличивает, значение вертикальной (ледокольной) составляющей  $V$ , как видно из следующих данных:

Ледоколы	$N_i$	$\varphi$	$V$
«Экспресс» . . . . .	400	39°	1 500
«Олап» . . . . .	290	24°	2 200
«Муртайя» . . . . .	1 200	36°	4 900
«Муртайя» (2-й вариант) . . . . .	1 200	18°	12 300

Л., выстроенные в Германии для Гамбурга и Вислы, имеют ложкообразные формы носа и до сих пор в Германии не отказываются от таких обводов. Характерными являются шаровые обводы (Kugel или Kugel-Kreisform). Высказанная С. О. Макаровым мысль о непригодности для Л. цилиндрическ. вставки нашла отражение в немецкой «Kugelform», которая рекомендуется для уменьшения напряжений от давления льда. На фиг. 3 и 4 показано развитие шаровых обводов Л. При отношениях: длины судна к ширине  $L : B = 4$ , высоты борта к ширине  $H : B = 1/2$  и высоты борта к осадке  $H : T = 10/7$ , получаются следующие коэф-ты полноты:  $\alpha$ —коэф-т ватерлинии = 0,687,  $\beta$ —коэф-т мидель-шпангоута = 0,695 и  $\delta$ —общий коэф-т = 0,385. Трубая шаро- и кругообразных обводов для получения давления льда не на плоскость, а на точку, терм. теория рекомендует применение так называемых капельных обводов, или соединения головы и хвоста макрели, т. е. более полного носа с сужающейся кормой. Отношение длины к ширине для большей поворотливости ледокола делается около 4, причем немецкие авторитеты последнее время рекомендуют держаться этого отношения и не увеличивать его. Инж. Руненберг полагает, что отношение  $L : B$  может быть увеличено

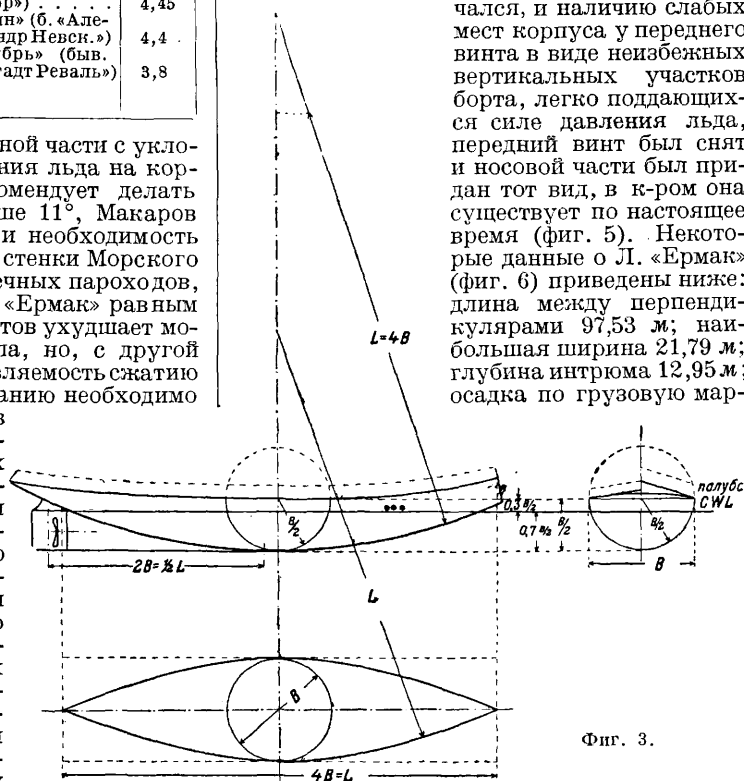
до 6. Ниже приводятся отношения  $L : B$  у выполненных ледоколов:

Ледокол	$L : B$	Ледокол	$L : B$
«Экспресс» . . . . .	6,2	«Красин» (б. «Святогор») . . . . .	4,45
«Оланд» . . . . .	5,0	«Ленин» (б. «Александр Невск.») . . . . .	4,4
«Тор» . . . . .	4,0	«Октябрь» (быв. «Шталт Реваль») . . . . .	3,8
«Эйсбер» . . . . .	5,3		
«Древенц» . . . . .	5,1		
«Ермак» . . . . .	4,5		
«Трувор» . . . . .	4,3		

Борта Л. делаются в подводной части с уклоном для уменьшения давления льда на корпус судна. Рунеберг рекомендует делать уклон около  $5^\circ$ , но не больше  $11^\circ$ , Макаров же, учитывая напор льдов и необходимость уменьшения давления Л. на стенки Морского канала в СПб и борта встречных пароходов, сделал уклон бортов на Л. «Ермак» равным  $20^\circ$ . Увеличение уклона бортов ухудшает мореходные качества ледокола, но, с другой стороны, улучшает сопротивляемость сжатию льдами; соответственно заданию необходимо варьировать уклон бортов между  $5$  и  $20^\circ$ . Доводы Рунеберга основываются на тех соображениях, что при сильном уклоне бортов нельзя достигнуть нужного водоизмещения без значительного увеличения размеров судна, а следовательно и длины его, что уменьшает в свою очередь поворотливость судна—одно из самых важных качеств Л. Сверх того ухудшаются мореходные качества, т. к. суда с наклонными у ватерлинии бортами имеют сильную боковую качку («Ермак», «Красин») и легко зарываются на ходу. Учитывая соображения указанных авторитетов, можно считать, что больший уклон бортов необходим Л., испытывающим сильное сжатие льдов. Для Л., работающих не в полярных льдах, весьма выгодно иметь передний винт в дополнение к кормовым. Случайно открытый американцами способ размывания льдин струей воды от винта нашел себе применение во многих случаях. Действие переднего винта следующее: при обыкновенном сплошном льде передний винт, всасывая воду из-под льда, образует под ним пустоту и способствует обламыванию льда под давлением набегающего корпуса Л. Когда Л. подходит к торосу, передний винт переводится на задний ход и струя воды, отбрасываемая на нижние льдины тороса, выворачивает их и отбрасывает вперед. Передний винт делается меньшего диаметра и с меньшим шагом, чем кормовые винты.

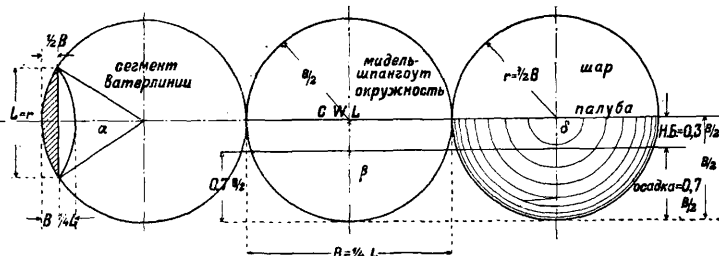
Самые большие Л. в мире принадлежат СССР: «Ермак», «Красин» (б. «Святогор») и «Ленин» (б. «Александр Невский»). Л. «Царь

Михаил Федорович» отошел к Финляндии. Самым старым по постройке (1889 г.) и в то же время самым лучшим по своей работе является «Ермак». Первоначально «Ермак» имел передний винт, но благодаря значительной силе сжатия полярных льдов, для работы в к-рых «Ермак» гл. обр. предназначался, и наличию слабых мест корпуса у переднего винта в виде неизбежных вертикальных участков борта, легко поддающихся силе давления льда, передний винт был снят и носовой части был придан тот вид, в к-ром она существует по настоящее время (фиг. 5). Некоторые данные о Л. «Ермак» (фиг. 6) приведены ниже: длина между перпендикулярами 97,53 м; наибольшая ширина 21,79 м; глубина интрома 12,95 м; осадка по грузовую мар-



Фиг. 3.

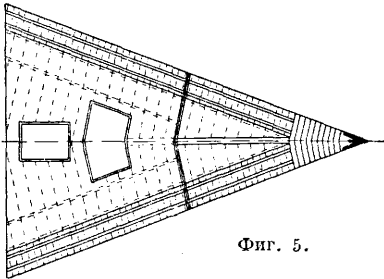
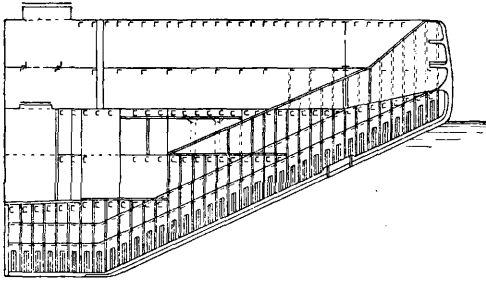
ку 7,28 м; уклон от вертикальной линии: форштевня  $70^\circ$ , ахтерштевня  $65^\circ$ , бортов  $20^\circ$ , остальной подводной части—от  $20$  до  $70^\circ$ ; в надводной части борта завалены внутрь (для уменьшения веса корпуса и отчасти сохранения площади ватерлинии при крене). Ледяной пояс идет на  $0,61$  м выше средней палубы и на  $0,61$  м ниже непроницаемого стрингера. Вертикальные швы наружной обшив-



Фиг. 4.

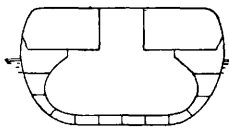
ки (стыки) сделаны вгладь, горизонтальные (пазы) внакрой с высадкой. Такие высадки были впервые применены на «Ермаке» и лишь впоследствии вошли в практику коммерческого судостроения. Из фиг. 7 видно, что двойное дно продолжается вверх и составляет второй борт, имеющий аркообраз-

ную форму. Двойное дно идет от 30-го до 122-го шпангоута. Вдоль бортов идут продольные переборки, служащие угольными ямами или креновыми цистернами для ломки льда путем перекачивания воды с борта на борт. Шпации=0,610 м, по ледяному поясу



Фиг. 5.

поставлены промежуточные шпангоуты. Палубы всего 4, ниже идет бортовой широкий стрингер. Л. разделен 8 водонепроницаемыми переборками на 9 отсеков. В носовой отсек возможно пускать теплую воду из машины для нагревания бортов и уменьшения прилипания их к смоченному снегу (уменьшение трения). Для погрузки угля и груза на палубе поставлено 6 паровых кранов, в 2,5 и 7 т. В носу расположены каюты судовой администрации и пассажиров, кают-компания и салон; в корму идут кубрики для матросов и машинной команды, а также отдельные каюты для низшего состава, лазарет и кладовые. В носовой же части расположен грузовой трюм на месте снятой носовой машины.



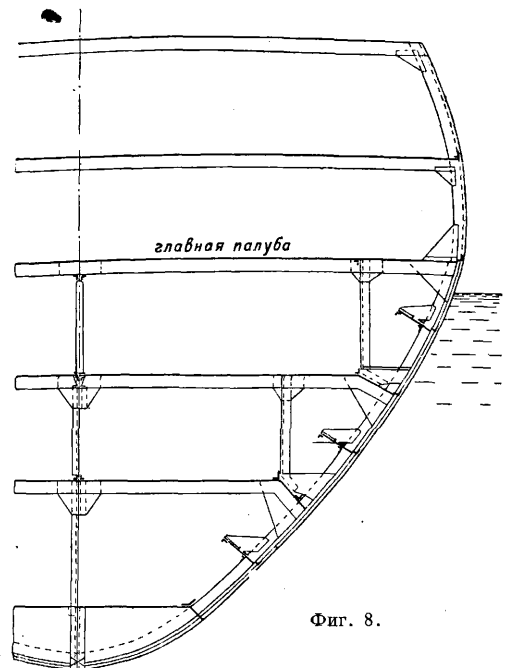
Фиг. 7.

Главных машин три по 2 500 индикаторных сил, всего 7 500 НР. Для предупреждения засорения кусками льда кингстонов циркуляционных помп поставлены специальные «ледяные ящики», которые в случае забивания льдом их решетки автоматически прочищаются теплой водой из холодильника. Кроме того ледяные ящики могут отепляться при посредстве специального парового отопления. Размеры винтов следующие:

	Средний винт	Правый и левый винты
Диаметр в м . . . . .	4,270	4,270
Шаг в м . . . . .	4,270	4,425
Число лопастей . . . . .	4	4

Лопастей—съемные, на болтах; толщина лопастей вдвое больше, чем требуется классификационными обществами. На ледоколе име-

ется 10 главных котлов (поставлены новые в 1926 г., Балтийского з-да в Ленинграде), с общей поверхностью нагрева 2 170 м<sup>2</sup>, рабочего давления 13 atm. Котлы огнетрубные цилиндрич. горизонтальные, с обратным ходом дыма. Водоотливная система устроена так, что можно из любой цистерны перекачать воду в другую. Спасательная помпа Вортингтона (10 т/м) изолирована в отдельном помещении в середине судна. Кроме спасательной помпы, для осушения главных отделений приспособлены 4 циркуляционных машинных помпы, а также пожарные и трюмные помпы. Переборки жилых помещений установлены от бортов на расстоянии до 300 мм, с прослойкой войлока и пробкового порошка по борту. В корме Л. сделана вертикальная выемка, чтобы следующее за Л. судно могло своим форштевнем упереться в выемку и быть взято ледоколом на буксир (т. н. «тендем»). Набор «Ермака»: шпангоуты состоят из трех угольников: 175 × 90 × 14, 175 × 90 × 14 и 75 × 75 × 14 мм; флоры—высотой 1 070 мм и толщиной 11 мм; днищевые стрингера—11 мм с угольниками 90 × 90 × 11; бортовые стрингера состоят из угольников 175 × 90 × 13 и листа 12,5 мм. Палубы положены на бимсы—угольник 90 × 90 × 11 мм; палубные стрингера—12,5 мм с угольниками 125 × 125 × 14; палубная настилка—11 мм и верхняя палуба—деревянная в 75 мм. Наружная обшивка: толщина увеличивается с 24 мм у килевого листа до 35 мм у двойного ледяного пояса и выше снижается до 9,5 мм. Ледяной пояс поставлен двойной, без утяжеляющих клиновидных прокладок. Расчет прочности носовой части велся на 1 200 т. В виду производимого льдом давления на

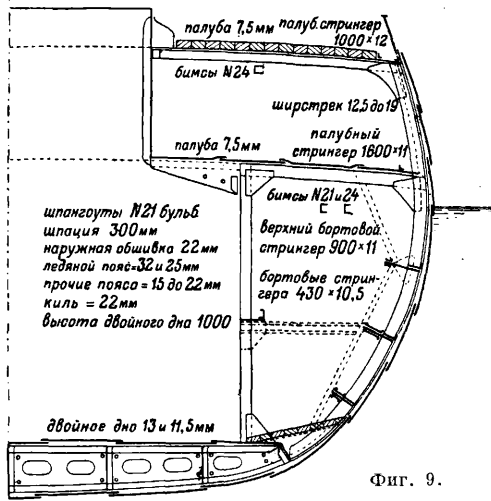


Фиг. 8.

обшивку по нормали к ней, палубы у бортов скошены под углом почти в 45° и угол передела подкреплен особыми продольными переборками, как это представлено на фиг. 8.



На фиг. 9 показан наборный мидель-шпангоут Л. «Ленин». Другие Л., меньших размеров, имеют также продольные ледяные пояса из двойных листов (например перестроенная «Пурга»), с обязательными бортовыми



Фиг. 9.

стрингерами на уровне грузовой ватерлинии. По образцу и чертежам прототипа всех Л.—кронштадтского «Пайлота», перестроенного по идее судовладельца Бритнева в 1864 г., в 1871 г. в Гамбурге были выстроены небольшие наиболее характерные работающие и в настоящее время портовые Л. «Эйсбрехер I», а за ним «Эйсбрехер II», «Эйсбрехер III» и «Эйсбер».

Табл. 1.—Размеры ледоколов.

Характерные данные	«Эйсбрехер I»	«Эйсбрехер II»	«Эйсбер»	«Мидель» (моторный)
Длина, м	40,5	44,0	29,5	20,0
Ширина, м	9,75	10,67	6,00	5,00
Высота борта, м	5,00	5,75	2,80	2,00
Осадка, м	3,45	4,10	1,60	1,60
Водоизмещение, т	570	860	170	850
Мощность, HP	600	1 200	300	235

Толщина обшивки этих ледоколов доходит до 8 мм. Форштевень—ледокольного типа с утопленной в нем обшивкой (фиг. 10). На уровне грузовой ватерлинии поставлен бортовой стрингер из 2 угольников с деревянной прокладкой между шпангоутами (фиг. 11).

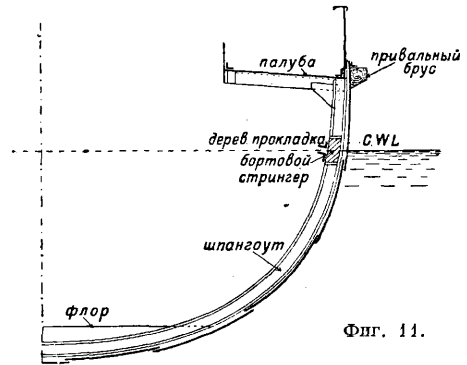


Фиг. 10.

Речные Л. должны иметь по возможности небольшую осадку и иметь гребной винт (а не колеса, которые были с неудачей испробованы в Германии). Германские речные Л. строятся с средней осадкой 0,53 м и мощностью около 350 HP, нос имеет ложкообразную форму, подъем килевой линии к форштевню начинается с середины длины судна. Назначение речных Л.—заблаговременно очищать реки от льда и не давать ему застаиваться и образовывать торосы. В Германии употребляют

для ледокольной службы также и буксиры обыкновенной постройки и обводов, для чего инж. Ведерманом построено специальное приспособление, патентованный «башмак Ведермана». Последний представляет собой короткое широкое судно с ложкообразной передней частью и раздвоенной кормой. Для производства работ такой башмак ставится впереди парохода, нос которого вводится в раздвоенные кормы башмака и закрепляется там при помощи особых тисков. С таким приспособлением пароход ударяет в лед и ломает ледяное поле давлением сверху вниз; пароход при работе сотрясениям не подвергается. При мер: размеры башмака—22,86×13,71×1,88 м; башмак поставлен на пароход длиной 30 м с машиной 250 HP; пароход ломает этим башмаком лед толщиной 0,3 м со скоростью 2 узлов.

Ледорезы относятся к той группе судов, которые ломают лед непрерывным натиском носовой части при ровном ходе корабля, причем всхожесть носовой части на лед незначительна и лед ломается разрезающим усилием форштевня. Ледорезы могут работать во льду незначительной толщины и форштевень их не имеет того подъема, о котором было сказано выше. К таким ледорезам относится у нас «Федор Литке». Главные размеры важнейших ледоколов и ледорезов, принадлежащих СССР, приведены в табл. 2.



Фиг. 11.

Особо стоят Л.-поромы, предназначенные для перевозки поездов. Такие Л.-поромы поддерживают ж.-д. сообщение между Швецией, Данией и Германией, а также на америк. Великих озерах—Мичиган, Эри и т. д. В конце прошлого века был построен Л.-пором для Байкала; с 1896 г. Л.-пором перевозил поезд через Волгу у Саратова. Отличительной чертой этих Л. является передний винт. Мощность америк. Л.-поров, с двумя кормовыми и одной носовой машиной, ок. 4 000 HP. Нек-рые Л.-поромы имеют до 4 пар рельсов. Большие Л. берут до 30 вагонов, и погрузка такого поезда занимает 20 м., причем вагоны крепятся к корпусу Л.-порома особыми приспособлениями.

Кроме специально предназначенных для ломки льда Л. имеют право плавания во льдах суда, предназначенные для коммерц. эксплуатации и имеющие специальные подкрепления для такого плавания. Требуемые для этого специальные подкрепления указаны в правилах постройки классификационных обществ. При выдаче классификацион-

Табл. 2.—Главные размеры важнейших Л. и ледорезов СССР.

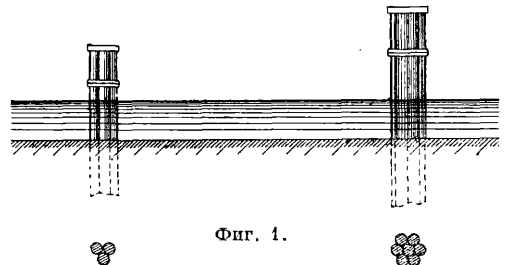
Название	Порт приписки	Длина, м	Ширина, м	Глубина интрома, м	Осадка, м	Число главн. машин	Мощность, $P_i$	Число котлов	Поверхн. нагр. ( $M^2$ ) и давл. (atm)	Год постройки
«Ермак» . . . . .	Ленинград	97,53	21,79	12,95	7,28	3	7 500	10	2 170 13	1899, котлы 1926
«Красиц» (б. «Святогор») . . . . .		96,93	21,8	12,88	7,92	3	10 000	10	2 564 12	1917
«Ленин» (б. «Александр Невский») . . . . .		85,63	19,47	10,01	6,55	3	8 000	8	1 722 13	1916
«Трувор» . . . . .		52,30	12,27	7,94	6,40	1	3 200	4	800 13,5	1916
«Октябрь» (б. «Штадт Реваль») . . . . .		45,11	11,86	5,36	—	—	1 600	2	432 8	1895
«Силач» . . . . .		46,94	10,12	5,26	3,70	1	1 200	2	330 12	1910
«Пурга» . . . . .		55,40	9,45	5,73	4,88	1	3 200	4	800 13,5	1916
«Торос» . . . . .	Одесса	60,40	14,20	7,68	—	1	3 000	4	724 13	Достр. 1929
«Федор Литке» (б. «Earl Grey») . . . . .		76,2	14,54	8,37	6,42	2	7 000	4	1 366 12	1909
«С. Макаров» . . . . .		71,93	17,37	8,45	6,76	3 (отлапосов.)	6 500	6	1 360 12	1916

ными учреждениями сертификатов, в последних, в случае наличия таких специальных подкреплений, делаются отметки «Е» (Eis), «Л.» (лед) или «Strengthened for Navigation in Ice», дающие известные скидки с премий при страховании «каско» и «карга». Выстроенная в 1926 году фирмой Русс серия немецких грузовых пароходов специально для зимнего плавания, на классе Герм. Ллойда со знаком «Е», имеет промежуточные шпангоуты по всей длине судна, бортовые стрингеры до середины судна считая от форштевня, крейсерскую корму с острым ахтерштевнем, равным по размерам форштевню, делая ломки льда при заднем ходе. Диаметр баллера руля увеличен на 30%. Все вновь строящиеся в СССР морские пассажирские и грузовые суда имеют подкрепления для плавания во льдах.

Лит.: Макаров С. О., «Ермак» во льдах, СПб, 1901; Рунберг Р., О пароходах для зимнего плавания и о ледоколах, пер. с англ., «Сборн. Ин-та инж. путей сообщ.», СПб, 1890, вып. 17; его же, О возможности установления зимнего судоходства в С.-Петербурге, СПб, 1893; Макаров С. О. и Рунберг Р., О постройке ледоколов, СПб, 1898; Войткевич М., Ледокольное дело в германской постановке, Петербург, 1913; Регистр Союза ССР, Правила постройки морских стальных судов (печ.), М., 1930; Рунберг Р., Steamers for Winter Navigation a. Ice-Breaking, L., 1900; Рунберг Р., «Minutes of Proceeding of the Institution of Civil Engineers», L., 1899—1900, v. 97; Judaschke F., Konstruktionsbedingungen für die im Eisgang u. Eisbrechdienst zu verwendenden Schiffe, «Werft, Reederei, Hafen», Berlin, 1929, H. 2; Lloyds Register of Shipping, Rules and Regulations for the Construction and Classification of Steel Vessels, L., 1928—1929; Germanischer Lloyd, Vorschriften für Klassifikation und Bau von flusseisernen Seeschiffen, Berlin, 1928—29. Ю. Афанасьев.

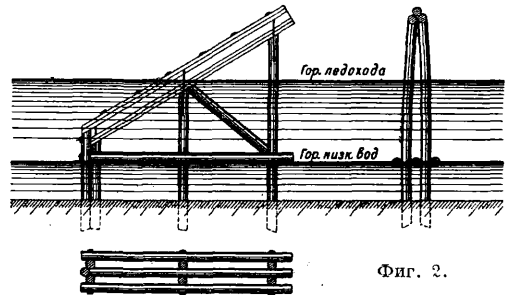
**ЛЕДОРЕЗЫ**, сооружения, служащие для раздробления льда и ледяных заторов (см.) с целью сохранности прикрываемых ими сооружений. Л. могут быть построены отдельно от последних или в связи с ними; в последнем случае они являются верхней, головной частью сооружения. Л. проектируют, сообразуясь с обыкновенным горизонтом ледохода (см.). Л. у деревянных свайных мостов нормально ставят на расстоянии 2 м от

сооружений, которые они защищают, вдоль направления ледохода и делают шириною не



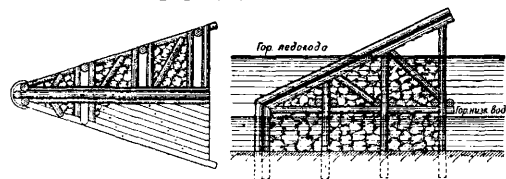
Фиг. 1.

уже предохраняемых ими устоев. При каменных устоях, если на реке ледоходы не бывают значительными, можно особых Л. не



Фиг. 2.

возводить, придав головной верхней части каменного быка треугольную с закругленными углами форму (см. Каменные мосты); в

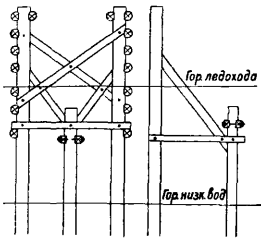


Фиг. 3.

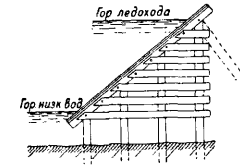
противном же случае при значительных ледоходах устраивают при быках Л. с полу-



торным уклоном. При очень переменном горизонте ледохода ребру Л. придают уклон в  $45^\circ$ . При незначительных ледоходах нет надобности в облицовке Л. гранитом, а можно обходиться менее твердым местным камнем (известняком или песчаником). На

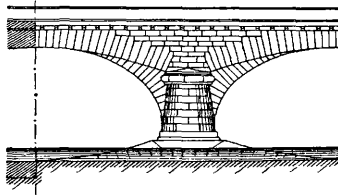


Фиг. 4.

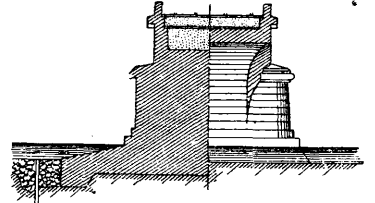


Фиг. 5.

реках с сильным ледоходом полезно укреплять режущие ребра Л. (в особенности при мягком камне) железными полосами, уголками или старыми рельсами. На фиг. 1 изображены деревянные Л. в виде кустов свай (в 3 и 7 свай); на фиг. 2—деревянный Л., состоящий из трех наклонных бревен, основанных на ряде свай. Деревянный Л., изображенный на фиг. 3, представляет собою каркас из системы свай, связок и раскосов, заполненный камнем; он имеет треугольное основание и прикрыт сверху режущими ребрами в виде наклонных бревен,

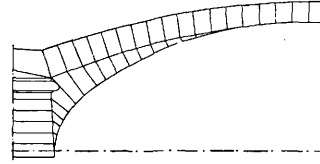


Фиг. 9.



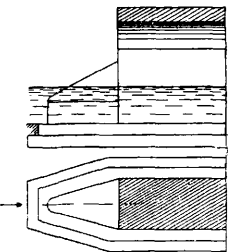
Фиг. 8.

фиг. 7 представлен каменный ледорез в виде наклонного треугольной формы каменного выступа в верховой, головной части устоя.



Фиг. 6.

а спереди кустом свай. На фиг. 4 и 5 представлены еще два типа деревянных Л. Режущие ребра, имеющие наклон от 1:2 до 1:3, обыкновенно обиваются железом. При слабых ледоходах ограничиваются обшивкой свайных опор с верховой стороны толстыми досками толщиной от 7 до 9 см (фиг. 6). Эти доски прибиваются сильными гвоздями с промежутками 3—10 см. Низ обшивки совпадает с низким уровнем воды, а верх распо-



Фиг. 7.

лагается несколько выше высшего горизонта воды. При более сильных ледоходах взамен досок привинчивают пластины. На

При коробчатых, спускающихся своими пятнами ниже высокого уровня воды сводах подрезают для облегчения ледохода фасадную часть свода наподобие коровьего рога (фиг. 8). Этот способ был впервые применен Перроне (Perronet) у моста Нельи (Neully).

Края свода у лобовых плоскостей скашивали так, чтобы образовался плоский сегментный свод, пяты к-рого лежат на уровне высокого горизонта воды. На фиг. 9 представлен мост через реку Дюранс (Durance), свод к-рого сконструирован по этому принципу. Л. располагают обыкновенно т. о., чтобы середина режущего ребра совпала с горизонтом ледохода. Во время ледохода лед напирал на режущие ребра (наклонные сваи или каменные выступы), подымается и переламывается на куски, к-рые уносятся через пролеты моста, не задевая вовсе устоев.

Ледорезы в виде приспособлений на судах—см. Ледокол.

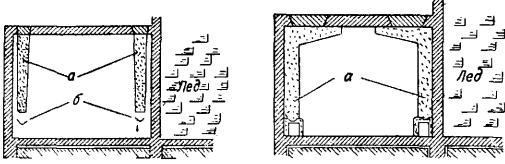
Лит.: Melan J., Der Brückenbau, В. 1—2, 3 Auflage, W.—Lpz., 1922—1924; Laskus A., Hölzerne Brücken, 2 Aufl., Berlin, 1922; Otzen R., Der Masivbau, Berlin, 1926; Förster M., Taschenbuch für Bauingenieure, 5 Aufl., В., 1928. См. также Деревянные мосты и Каменные мосты. С. Брилинг.

**ЛЕДОСОЛЯНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ**, безмашинное охлаждение, является одним из таких способов получения искусственного холода, когда само охлаждение достигается без участия какого-либо хлад-агента—аммиака или углекислоты,—а основано только на свойствах сильного понижения температуры, если ко льду или снегу добавить нек-рые соли, образующие т. н. охлаждающие (охлаждающие) смеси. Теорию охлаждения см. Охлаждающие смеси, а константы смесей см. Спр. ТЭ, т. I (ст. Лабораторные методы получения низких температур, стр. 76) и Спр. ТЭ, т. IV (ст. Охлаждающие соляные растворы, стр. 80). Такое охлаждение не исключает однако применения вспомогательных машин-насосов, вен-

тиляторов, льоддробилок, подъемников для льда, а название безмашинное указывает лишь на то, что для получения холода не требуется затрачивать механическую энергию. В зависимости от добавляемого количества поваренной соли (наиболее дешевой из применяемых солей) м. б. получены различные температуры таяния смеси и образуемого при этом рассола:

% соли . . .	2	4	5	8	10	12
$t^{\circ}$ . . . . .	-1,1	-2,4	-3,5	-4,9	-6,1	-7,5
% соли . . .	14	16	18	20	22	24
$t^{\circ}$ . . . . .	-9,0	-10,5	-12,1	-13,7	-15,2	-16,9

Использование охлаждающего действия смеси и рассола производится различными способами в зависимости от системы Л. о. Системы Л. о. следующие: 1) непосредственная

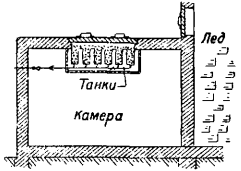


Фиг. 1.

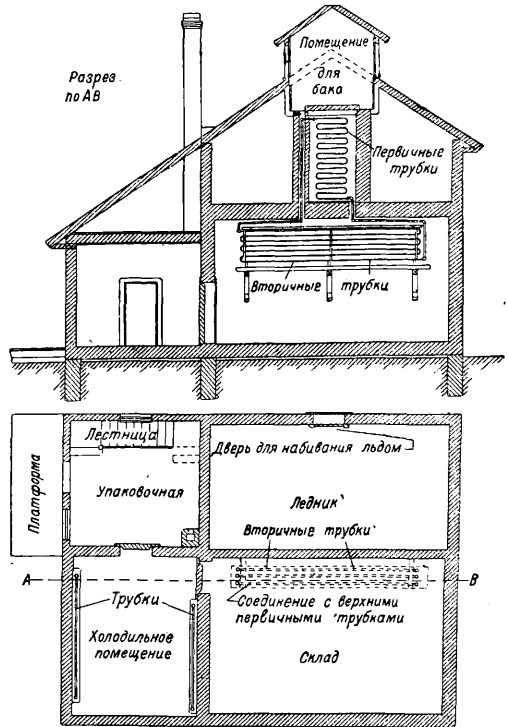
Фиг. 2.

холодоотдача, когда резервуары с охлаждающей смесью, или так наз. танки, располагаются внутри самой камеры; 2) воздушная система, когда в камеру нагнетается воздух, охлажденный продуванием его через охлаждающую смесь в особом генераторе холода; 3) рассольная система, когда по змеевикам циркулирует охлажденный рассол, образовавшийся в результате взаимодействия льда и соли. Система танков заключается в том, что внутри камеры вдоль стен располагаются особые узкие и высокие резервуары-танки (фиг. 1). Лед с солью загружается в них через люки с верхнего этажа. Для стока образующегося рассола под танками а имеются желоба б с уклоном. Такие танки выполняются из оцинкованного гладкого или волнистого железа толщиной 1—1,5 мм, причем для большей жесткости и предупреждения выпучивания стенок от загруженной охлаждающей смеси танки снабжены каркасом из углового железа. Танки располагают на расстоянии около 200 мм от стен камеры и имеют в длину приблизительно 2—3 м с разрывами между танками до 500 мм для лучшей циркуляции воздуха у менее активной задней стороны танка и для возможности некоторой очистки задней стенки от снеговой шубы. Танки И. И. Филатова (фиг. 2) отличаются тем, что охлаждающие поверхности а идут по всему периметру камеры и для увеличения охлаждающей поверхности занимают также часть потолка. Роль задних стенок этих танков играют стены камеры. Преимущество системы танков заключается в автоматичности действия (без насосов и вентиляторов) и простоте обслуживания, к-рое сводится только к загрузке в танки смеси льда и соли. Однако циркуляция воздуха происходит здесь только естественным путем за счет разности в уд. в. холодного тяжелого воздуха и согрешшего более легкого; поэтому желательна работа вентилятора при наличии такового. Танки Н. С. Комарова (фиг. 3) соединяют в себе непосред-

ственную холодоотдачу с воздушным охлаждением. Система эта состоит из нескольких рядов танков высотой до 600 мм и шириной 200 мм, отстоящих друг от друга на близком расстоянии. Длина танков—от 2 до 6 м в зависимости от требуемой холодопроизводительности. Систему этих танков располагают под потолком камеры для загрузки их с верхнего этажа и заключают в легкий кожух, с торцевой стороны которого устанавливается крыльчатый вентилятор, служащий для циркуляции воздуха в каналах между боковыми поверхностями смежных танков и для повышения холодоотдачи поверхности танков. При расчетах охлаждающей поверхности танков коэффициент холодоотдачи их принимают для естественной циркуляции воздуха около 6—8 Cal на 1 м<sup>2</sup> в час и на 1° разности  $t^{\circ}$ , а для побудительной циркуляции—около 8—10 Cal. Для морозилок с темп-рой — 12° поверхность танков должна быть вдвое больше, чем площадь пола морозилки. Система самоциркуляции рассола, предложенная Купером (фиг. 4), заключается в том, что на нек-рой высоте над охлаждаемыми камерами помещается хорошо изолированный бак



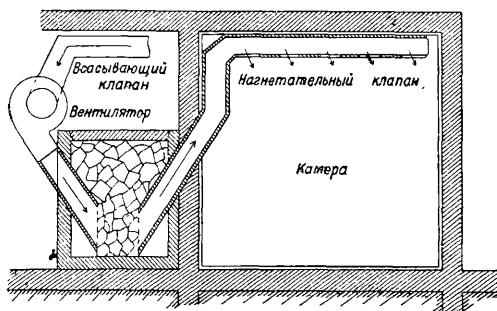
Фиг. 3.



Фиг. 4.

с крышкой для загрузки его смесью льда и соли. Внутри этого генератора холода находится так наз. первичные змеевики, к-рые соединяются с вторичными змеевиками, подвешенными у потолка или стен охлаждаемых камер. Т. о. полу-

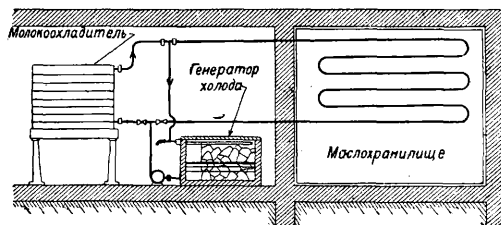
чается непрерывная замкнутая сеть, вся наполненная внутри раствором хлористого кальция при содержании его около 20%. Бак с первичными змеевиками заполняется хорошо измельченным льдом и поваренной солью в количестве от 10 до 15% от его веса. Темп-ра охлаждающей смеси внутри генератора холода получается от  $-6^{\circ}$  до  $-10^{\circ}$ . Раствор хлористого кальция, заключенный в первичных змеевиках, вследствие этого охладится и естественно уд. вес его увеличится по сравнению с уд. в. другой части раствора во вторичных змеевиках. Благодаря такому различию в уд. в. холодного и более теплого раствора хлористого кальция установится его самоциркуляция между двумя системами змеевиков: холодный и поэтому более тяжелый рассол будет опускаться во вторичные змеевики и тем охлаждать камеры, а рассол, нагретый при проходе камер, будет подниматься в первичные змеевики, чтобы, охладившись, снова вернуться в камеры. Эта система охлаждения действует автоматически и не требует механич. силы, что составляет одно из главных ее достоинств. Однако наличие промежуточного посредника—раствора хлористого кальция—не дает возможности получения  $t^{\circ}$  ниже  $-6^{\circ}$ . Система с побудительной циркуляцией рассола отличается от системы Купера тем, что к ней добавляется насос, к-рый включается по пути охлажденного рассола от генератора холода к вторичным змеевикам и служит для усиления циркуляции рассола. Кроме того в этой системе генератор холода м. б. расположен внизу; с одной стороны, это облегчает обслуживание, т. к. отпадает надобность поднимать смесь льда и соли наверх, но, с другой стороны, введение циркуляционного насоса несколько усложняет всю систему. Однако такое незначительное усложнение искупается более благоприятными результатами охлаждения



Фиг. 5.

вследствие повышения холодоотдачи змеевиков. В системе «Фригатор» (фиг. 5 и 6) охлаждение происходит более упрощенным способом, без промежуточных посредников в виде раствора хлористого кальция. Генератор холода представляет собой изолированный бак, сбоку которого находится небольшой бак для соли. Внутри первого бака имеется решетка, на которую загружается измельченный лед, поливаемый рассолом из особой распределительной трубы со многими отверстиями. Проходя через лед, струйки рассола вызывают таяние его и охлаждаются,

причем охлажденный рассол берется насосом из нижней части бака и проходит через змеевики в охлаждаемых камерах. Нагретый рассол, возвращаясь для повторного охлаждения, частью поступает в распределительную трубу, частью—в соляной бачок, также сообщаемый с этой трубой. Количество рассола, поступающего в соляной бачок, регулируется особым краном; при этом, чем сильнее насыщение рассола солью, тем



Фиг. 6.

ниже  $t^{\circ}$  таяния льда, а следовательно и сильнее охлаждение рассола. Эта система с успехом применяется также для охлаждения молока, причем часто соль добавляется непосредственно ко льду, так что отпадает надобность в соляном бачке. На охлаждение 1 000 л молока с 15 до  $2^{\circ}$  практика дает расход льда 0,13 т и соли 10—13 кг. Воздушная система состоит из генератора холода, вентилятора и системы всасывающих и нагнетательных каналов для воздуха. В хорошо изолированном баке имеется решетка, на к-рую нагружается лед с солью. Образующийся при таянии льда рассол стекает по наклонным поверхностям, причем навстречу ему продувается вентилятором воздух. Этот воздух предварительно охлаждается от соприкосновения с рассолом, а затем—при прохождении через толщу смеси льда и соли. Охлажденный воздух поступает затем в камеру, а нагретый засасывается вентилятором, соединенным непосредственно с генератором холода (см. *Воздухоохладители*). Упрощение этой системы, предложенное инж. Комаровым, состоит в непосредственном продувании воздуха через охлаждающую смесь постоянной толщины между двумя решетками.

Обслуживание установок Л. о. отличается простотой и заключается в приготовлении охлаждающей смеси и загрузке этой смеси в генератор холода. Кроме того в зависимости от системы установки требуется наблюдение за работой вентилятора и насоса. Лед для загрузки в холодогенератор откалывается ломом или кирками в льдохранилище. Откалывать следует по возможности крупные куски, не вызывающие однако затруднений при доставке их к льдодробилке. Лед после очистки его, обмывания от опилок и соломы разбивается на более мелкие куски и поступает в льдодробилку, которая приводится в действие от руки или от привода. Смешивание льда с солью удобнее всего производить, посыпая солью выходящий из льдодробилки лед. Для более полного перемешивания смесь перелопачивается перед самой загрузкой ее. Количество добавляемой соли зависит от требуемой темп-ры в камерах и составляет около

10—15%. На приготовление 2 т охлаждающей смеси в сутки достаточно 4 рабочих.

**Экономика Л. о.** На большей части территории СССР суровые зимы допускают заготовку дешевого натурального льда, к-рый с добавлением соли дает возможность иметь низкие  $t^{\circ}$  (до  $-12^{\circ}$ ) и во многих случаях заменить холодильные машины. Установки Л. о. по первоначальному затратам обходятся значительно дешевле, чем машинное охлаждение, причем обслуживание их совершенно не требует механиков и машинистов. Стоимость эксплуатации установок Л. о. может быть ниже машинного охлаждения при условии рациональной заготовки льда и его хранения. Все это подчеркивает значение рационально поставленного Л. о. для народного хозяйства СССР наряду с параллельным развитием мощного холодильного машиностроения. Убедительным примером в этом отношении являются США, Канада, Швеция и Норвегия, где наряду с машинными холодильниками широко применяется Л. о. в нек-рых отраслях промышленности.

Лит.: Зароченцев М. Т. и Комаров Н. С., Безмашинное (ледяное) охлаждение, М., 1913; Комаров Н. С., Холод, М., 1929; Орлов А. А., Холодные склады с ледяным охлаждением, Петербург, 1912. **Н. Комаров.**

**Ледостав**, состояние поверхностных вод (рек, озер, морей), когда они находятся под сплошным неподвижным ледяным покровом. Последний образуется зимой на большинстве рек и озер при понижении температуры воздуха ниже  $0^{\circ}$  и  $t^{\circ}$  всей массы воды ниже  $+4^{\circ}$ . Продолжительность Л. на реках и озерах колеблется в зависимости от климатич. условий от нуля до 10 и более месяцев. Например для р. Днепра у Лопманской Каменки, т. е. непосредственно выше порогов, за период с 1877/78 г. по 1925/26 г. в течение трех лет Л. совсем не было; наибольшая продолжительность Л. в году равнялась 139 дням с наиболее ранним началом его 1/XI, средняя же за весь период—72 дням, при среднем начале Л. 27/XII. Точно так же сильно колеблется и толщина ледяного покрова, которая доходит до 1,5 м и более. Толщина льда не всюду одинакова; обыкновенно она уменьшается от берегов к середине реки или озера.

Для определения времени  $t$  (в ск.), необходимого для образования ледяного покрова толщиной  $d$  см в стоячей воде, Барнес предложил эмпирическую ф-лу:

$$t = 12\,864,56 \frac{d}{t^{\circ}} \left(1 + \frac{d}{2}\right),$$

где  $t^{\circ}$ —разность между темп-рой у нижней части ледяного покрова и темп-рой воздуха (в  $^{\circ}\text{C}$ ). Указанная формула дает весьма приближенные результаты, т. к. даже для стоячей воды в ней не учтены таяние льда во время оттепелей, присутствие различной толщины снегового покрова и т. д. Поэтому в тех случаях, когда необходимо знать толщину ледяного покрова в действительности, приходится обращаться к наблюдениям и измерениям. Например на р. Днепре у с. Кичкас [1] средняя толщина льда 0,4—0,5 м, максимальная из наблюдаемых 0,7—0,8 м. На р. Волхове средняя толщина льда 0,75 м (при проектировании она была принята равной 1 м), на рр. Чусовой, Исети и Тоболе—до

1 м. Толщина льда имеет значение для определения давления ледяного покрова на гидротехнические сооружения в реке, а также для определения необходимой для пропуска льда во время ледохода толщины слоя воды, переливающейся в это время через гребень плотины или водоспуска. Величина давления ледяного покрова на гидротехнич. сооружения оценивается в настоящее время весьма различно и не имеет твердых норм. Давление на 1 н. м принимают: в Швеции и Норвегии не свыше 30 т при толщине льда 1 м и 20 т при толщине 0,75 м; в Америке— в 30 т—при толщине льда до 0,9 м (Isle Maligne), в 36 т (Croton Falls), 45 т (Gross River) и 70 т (Wachusett, Olive-Bridge, Rensico); в Италии—от 5 до 50 т при толщине льда от 0,5 до 1 м. На Волхове принято давление в 70 т при толщине льда 1 м. Для СССР имеется предложение [1] принимать как первое приближение (впредь до установления более точных норм) следующие величины давления льда в т на 1 н. м: при толщине 0,4 м—10 т; 0,6 м—18 т; 0,8 м—27 т; 1 м—40 т; 1,2 м—60 т.

Лит.: 1) Бовин В. Т., Лед и борьба с ним при гидротехнич. сооружениях, Москва, 1927.—Форель Ф. А., Руководство по озероведению, пер. с нем., СПб, 1912; Сведения об уровне воды на внутр. водных путях России по наблюдениям на водомерных постах, т. 8—Бассейн Балтийского и Белого морей, СПб, 1912; там же, т. 9—Бассейн Каспийского моря, П., 1915; там же, т. 10—Бассейн Черного и Азовского морей, СПб, 1913; Forgel F. A., Handbuch d. Sekunde, Allgemeine Linnologie, Stuttgart, 1901; Schuh, Das Gefrieren d. Seen, «Petermanns Mitteilungen», Gotha, 1901. **М. Марцелли.**

**Ледоход**, состояние реки, когда по поверхности ее происходит движение льда перед ее замерзанием—ледоставом (осенний ледоход) или при освобождении ее от ледяного покрова (весенний Л.). При понижении  $t^{\circ}$  воздуха осенью вся масса воды в реке постепенно охлаждается и при соответственном понижении  $t^{\circ}$  воздуха доходит до  $t^{\circ}$ , близких к  $0^{\circ}$ . Еще до охлаждения воды до  $0^{\circ}$  при морозах в воде появляются мельчайшие ледяные иглы—кристаллы. Течение воды мешает смерзанию этих игл и, чем скорость больше, тем более затруднено образование ледяной коры. Поэтому последняя прежде всего появляется в тихих местах и у берегов, образуя за береги, постепенно нарастающие. По мере усиления морозов количество этих игл увеличивается и они смерзаются сначала в большие кристаллы и в малые льдинки, образуя так наз. с а л о; затем эти льдинки постепенно растут по площади и по толщине и на реке тогда происходит осенний ледоход. Чем больше река, тем больше и толще могут быть льдины, но во время осеннего Л. она обыкновенно даже на больших реках не достигают крупных размеров. Тонкие и острые края крепкого льда могут представлять опасность для деревянных судов и сооружений, истирая и срезывая при движении своими тонкими и острыми краями деревянные поверхности.

Весенний Л. происходит обыкновенно после вскрытия реки от льда весной. Весеннее вскрытие рек бывает двойного рода. 1) Вскрытие может происходить при прочном еще льде вследствие паводка сверху, что свойственно большим рекам, текущим с юга на север. Подобное вскрытие рек является бо-

лее бурным и опасным для судов и гидротехнич. сооружений и влечет за собой чаще всего образование *ледяных заторов* (см.). Последние образуются вследствие наличия какого-либо препятствия свободному движению льдин, причем ледяные массы останавливаются и иногда сплошь забивают все живое сечение реки, образуя при этом ледяные плотины, иногда в несколько км по длине реки, к-рые могут вызывать крайне опасные подъемы воды с бурными, иногда катастрофическими прорывами. 2) Второй род вскрытия более присущ большим рекам, текущим с севера на юг; он состоит в том, что перед вскрытием и большим подъемом воды лед значительно разрушается и рыхлеет при медленном подъеме воды постепенно и спокойно разламывается и уносится. В зависимости от многочисленных условий эти явления из года в год могут значительно изменяться. Периоды сплошных, бурных ледоходов обычно кратковременны, но движение по реке небольших масс льда может продолжаться довольно долго, например за время 1880—1926 гг. на р. Днепре у Лоцманской Каменки, непосредственно выше порогов, наибольший период весеннего Л. оказался в 52 дня с началом 25/1, а наименьший—3 дня с началом 3/IV, а в среднем 10,6 дня со средним началом 12/III. М. Марцелли.

Лит.: см. *Ледостая*.

**ЛЕДЯНОЙ ЗАТОР**, нагромождение большого количества льда у песчаных отмелей, рифов, мостовых быков, а также вследствие быстрого замерзания льдин при понижении  $t^\circ$  в период *ледохода* (см.) в подпрудженных местах с малой поверхностной скоростью. В последн. случае застой в одном месте ледохода влечет за собой накопление значительного количества льдин, несомых течением, выше образовавшегося затора, где льдины благодаря большой скорости течения еще не успели срастись. Скорость, с которой образуется Л. з., зависит от  $t^\circ$ -ных условий; чем теплее погода, тем медленнее образование Л. з. Так напр. в зиму 1879/80 г. в одном месте Дуная при средней  $t^\circ$  воздуха  $-9^\circ$  Л. з. образовывался со скоростью 14 км в сутки, в то время как при последующих  $t^\circ -4,5^\circ$  рост ледяного затора происходил со скоростью 7,4 км в сутки. При повышении  $t^\circ$  до  $0^\circ$  этот рост прекращается.

Л. з. влечет за собой значительное повышение уровня воды в местах затора вследствие увеличения почти вдвое омываемого периметра. Допустим например, что река или канал с поверхностным падением  $J = 0,0005$  имеет среднюю глубину (при свободной поверхности воды) 2,00 м и ширину 100 м. Для простоты рассуждения примем живое сечение  $F$  прямоугольным; тогда получим гидравлич. радиус (отношение живого сечения к омываемому периметру)  $P = 200:104 = 1,92$  м. Примем коэффициент шероховатости  $n = 0,030$ . Тогда расход воды  $Q$  выразится по ф-ле Форхгеймера величиной

$$Q = F \cdot \frac{1}{n} \cdot J^{0.5} \cdot P^{0.7} = 234 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Если далее при Л. з. глубина воды будет равна некоторой величине  $x$ , то живое сечение  $F'$  и омываемый периметр  $U$  выразятся равенствами  $F' = 100x$  и  $U = 200 + 2x$ . Для ле-

дяного покрова коэф. шероховатости м. б. в среднем принят равным коэф. шероховатости для ложа реки. Тогда расход выразится уравнением

$$Q = F' \cdot \frac{1}{n} \cdot J^{0.5} \cdot P'^{0.7} = \frac{1}{n} \cdot J^{0.5} \cdot \frac{F'^{1.7}}{U^{0.7}},$$

откуда

$$\frac{nQ}{J^{0.5}} = \frac{(100x)^{1.7}}{(200 + 2x)^{0.7}},$$

а следовательно

$$x = 2,67 \text{ м.}$$

В рассматриваемом случае последствием Л. з. является т. о. подъем воды на величину  $2,67 - 2,00 = 0,67$  м при одинаковом расходе воды. Однако в местах Л. з. следует учесть еще возможность сужения поперечного сечения вследствие сдвижек льдин под ледяной покров и увеличения от этого шероховатости. Все это влечет за собой дальнейшее повышение уровня воды. В то же время при Л. з. большой мощности замечаются в месте образования таких значительные изменения в рельефе реки. При повышении температуры выше  $0^\circ$  лед у затора начинает таять, местами прорывается сквозь него вода, происходит сдвигка льда и далее раздробление и движение ледяных валов от затора. Образование Л. з. происходит не каждый год. Срок продолжительности их зависит от климатич. условий. Если интенсивность ледохода обозначить через  $\varepsilon$ , ширину реки через  $b$  и среднюю поверхностную скорость через  $v$ , принимая последнюю (с достаточной для практики точностью) равную средн. скорости живого сечения, то количество льда  $E$  в  $\text{м}^2/\text{сек}$ , несомое через некоторое поперечное сечение реки, выразится величиной

$$E = \varepsilon \cdot b \cdot v.$$

При равных  $t^\circ$ -ных условиях и расходе льда интенсивность ледохода не остается постоянной как вследствие возможного изменения поверхностной скорости, так и вследствие изменения ширины реки. Поэтому в отношении двух различных поперечных сечений реки будет иметь место следующее равенство:

$$E = \varepsilon_1 \cdot b_1 \cdot v_1 = \varepsilon_2 \cdot b_2 \cdot v_2,$$

где величины с индексами 1 и 2 относятся к двум различным поперечным сечениям реки. Из последнего ур-ия получим:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \frac{v_1 \cdot b_1}{v_2 \cdot b_2}.$$

Г. к. поверхностная скорость принята равной средней скорости живого сечения, то она м. б. рассчитана по ф-ле:

$$v = \frac{1}{n} \cdot J^{0.5} \cdot P^{0.7},$$

а потому можно написать также, что

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \frac{n_2 \cdot J_1^{0.5} \cdot b_1 \cdot h_1^{0.7}}{n_1 \cdot J_2^{0.5} \cdot b_2 \cdot h_2^{0.7}},$$

где  $h_1$  и  $h_2$ —средняя глубина воды в соответствующих рассматриваемых поперечных сечениях реки.

Для участков, не меняющих заметно своего рельефа (например в правильных, одного сечения, каналах), и в особенности ширины, последнее ур-ие, принимая во внимание, что расход воды

$$Q = \frac{1}{n_1} \cdot J_1^{0.5} \cdot b_1 \cdot h_1^{1.7} = \frac{1}{n_2} \cdot J_2^{0.5} \cdot b_2 \cdot h_2^{1.7}$$

можно преобразовать в формулу:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \frac{h_2}{h_1}$$

Выведенные соотношения м. б. целесообразно использовать в тех случаях, когда является необходимость выяснить, в каких местах возможно ожидать при более интенсивном ледоходе образование Л. з. Так напр., если река в некотором месте выше плотины имеет ширину  $b_1 = 50$  м, среднюю глубину  $h_1 = 0,90$  м и поверхностное падение  $J_1 = 0,0015$  и если интенсивность ледохода в этом месте равна  $\varepsilon_1 = 0,85$ , то вблизи плотины, где ширина реки  $b_2 = 60$  м, средняя глубина  $h_2 = 1,30$  м и поверхностное падение  $J_2 = 0,0003$ , при одинаковой шероховатости ложа реки интенсивность ледохода выразится величиной  $\varepsilon_2 = 1,02$ . Но т. к. наибольшая интенсивность ледохода, при к-рой еще возможно движение льда, равна 1,00, то полученный результат говорит за то, что при принятии в задании условия у плотины неминусом будет образовываться Л. з. даже в том случае, если через плотину будет происходить постоянный пропуск льда.

Выяснено, что Л. з. и высокие уровни вод в большинстве случаев бывают в годы с максимумом солнечных пятен; эти годы отличаются очень суровыми зимами и определенной периодичностью. Для более умеренного климата между периодическими явлениями Л. з. со связанными с ними наводнениями существует средний интервал в 11—12 лет, а для катастрофич. наводнений периодичность определена в 33—35 лет, т. е. в трехкратном размере по отношению к первому интервалу.

По борьбе с Л. з. наиболее существенными и действительными мероприятиями, к-рые могут быть приняты заблаговременно, являются систематические работы по регулированию рек и других водных потоков (см. *Выправление рек*); при этом необходимо однако не только создать удобный для судоходства фарватер, но изменить и самый режим рек и протоков путем выправления уклона и устранения подвода камней, водорослей, карчей и других засорений (см. *Дноочистительные работы*), чтобы подобными мероприятиями устранить все колебания речного потока и сделать его равномерным. В Германии в деле борьбы с Л. з. придается большое значение именно выправительным работам: так напр. были уничтожены раздвоенные русла, вызывавшие раньше ледяные заторы.

В тех случаях, когда указанные работы неосуществимы полностью или являются нецелесообразными, приходится прибегать к временным мерам, к которым относятся: ледокольные работы, выполняемые ручным способом или механическим путем при помощи ледоколов (см.); взрывные работы (см.), производимые при помощи взрывчатых веществ, и наконец работы по оттаиванию ледяных покровов с помощью *термита* (см.) и тому подобных средств.

Ледокольные работы следует отнести к предохранительным мероприятиям; они д. б. предприняты до начала ледохода и до подпора воды, являющегося уже следствием образовавшихся Л. з. Целью ледоколь-

ных работ является образование в ледяном поле в опасных местах и впереди их свободного от льда канала, по ширине и длине достаточного для беспрепятственного прохода по нему льдин во время ледохода. Существенное значение имеет очистка (перед ледоходом) от льда реки между мостовыми быками и впереди ледорезов (см.) и вообще в пределах (и выше) гидротехнических (плотин, шлюзов) и иных искусственных сооружений. Чем шире пробитый в ледяном поле канал, чем тщательнее очищены от льда ближайшие к искусственным и гидротехнич. сооружениям места ледяного поля, тем меньше будет причин к образованию Л. з.

К простейшим ручным ледокольным работам относится устройство разрезов льда. Такие разрезы ледяного поля делаются с целью облегчить подвижки льда и избежать напора на сооружения слишком больших льдин. У самих сооружений и вокруг судов разрезы производят лишь в небольшом количестве, все же ледяное поле разрезают по двум перпендикулярным направлениям на отдельные карты, придавая последним размеры в соответствии с местными условиями. Разрезы, или т. наз. борозды, должны иметь ширину < 35 см и могут суживаться только книзу, где не м. б. в период ледокольных работ повторного смерзания. Для проделывания указанных борозд можно пользоваться пешней (дающей довольно широкие борозды), лопатой, сачком, ледокольным топором и ледяной пилой. Последняя весит до 16 кг и приводится в действие двумя рабочими, прозываемыми в рабочий день до 70—80 м (считая по длине разреза). Работа пилой имеет тот недостаток, что дает слишком узкий разрез, вследствие чего возникает опасность смерзания разрезов. Эффект работ с другими упомянутыми инструментами при опытных рабочих приблизительно тот же.

При разломке и уборке льда на небольших площадях проделывают две параллельные не слишком далеко одна от другой отстоящие борозды и одну поперечную, вдоль которой устанавливают рабочих, откальвающих пешнями отдельные льдины, к-рые топят под лед или, если это неудобно, отводят через вновь проделанную майну к глубокому месту реки с быстрым течением. Таким путем очищают от льда всю намеченную площадь. Ручная разломка ледяного покрова целесообразна лишь при условии, что ледяной покров представляет собою ледяную кору однообразной толщины. В противном случае этот вид работ не может успешно конкурировать со взрывн. работами.

Когда лед требуется только изломать (в тех случаях когда изломанный лед сам собою легко удаляется в свободную водную площадь), эта работа м. б. выполнена небольшими судами и специальными судовыми снарядами. Для облегчения работ по разломке льда судами целесообразной является предварительная проделка нескольких параллельных разрезов в раздробляемых местах ледяного поля.

Ледокольные ручные работы, предпринимаемые для разборки и разломки Л. з., представляют значительные трудности, почему к

ним в настоящее время прибегают лишь в исключительных случаях, когда нет взрывчатых веществ для производства взрывных работ. Когда лед надвинут в несколько рядов, приходится в помощь ручной работе использовать другие мероприятия. Более успешно и рационально производят разломку льда механически, для чего могут быть использованы обыкновенные достаточно сильные винтовые пароходы при условии применения соответствующих приспособлений: специальных кормовых цистерн с водяным балластом, усиленной железной обшивки в носовой части или же ледакольного башмака системы Ведермана (см. *Ледакол*). Кормовой балласт применим лишь на глубоких реках. Усиление же обшивки изнутри деревом с плотной пригонкой последнего к железу, постановка дополнительных стрингеров на высоте ватерлинии и дополнительных угольников между шпангоутами дают возможность использовать усиленный такими способами пароход и при меньшей глубине реки. Наиболее целесообразными для работ в ледяных полях являются специальные суда—*ледаколы* (см.), работающие ударами. Если позволяет ширина расчищенного места, то повторный удар ледакола намечается несколько в сторону от предыдущего. Помехами в успешной работе ледаколов являются массы «шуги» («жужги»), осевшей на дне реки. Бывало, что на таких полужидких донных заторах ледаколы простаивали, как на мели, по несколько дней. При работе нескольких ледаколов в одном месте их берут разных мощностей и типов, распределяя между ними работу сообразно их качествам. В настоящее время вся работа по расчистке ледяного поля с целью воспрепятствования образованию Л. з. возлагается главным образом на ледаколы, движимые обыкновенно паровой силой.

При борьбе с Л. з. при помощи взрывных работ заготовка всех приспособлений для взрывов д. б. предпринята заблаговременно. Для взрывов применяют пороховые заряды, аммонит, *динамит* (см.) и другие взрывчатые вещества. Пороховые заряды применяют обыкновенно весом в 1—3 кг, а при толстом льде 3—5 кг, закладывая эти снаряды в специально пробитые во льду круглые лунки  $\varnothing$  0,5—1,0 м (или треугольные лунки соответствующих размеров) на глубине по возможности не менее 3 м от поверхности ледяного покрова. Взорванный лед отводится на чистую воду и спускается по течению. Если верхний слой коренного льда лежит на донном заторе, то выгоднее ледяной покров удалять предварительно вручную, после чего уже прибегать к взрывам. Полезно предварительно прорубать во льду продольные борозды на расстоянии от 10 до 15 м друг от друга (в зависимости от толщины массива) числом три и более и шириной 35—50 см. Ось намеченного канала выбирается сообразно расположению фарватера и совмещается со средней продольной бороздой. В зависимости от толщины льда лунки располагают между каждыми двумя бороздами в один, два и даже три ряда в шахматном порядке и на расстоянии (в каждом ряду) 10—20 м. Пороховые заряды по-

мешают в герметич. коробках, предохраняющих порохов от подмочки, и взрывают зажигательным шнуром (см. *Бикфордов шнур*). Взрывы льда в реках при помощи пороховых зарядов являются наиболее целесообразными, если учитывать влияние, которое оказывают эти взрывы на рыбное хозяйство, по сравнению с взрывами посредством других более сильных взрывчатых веществ.

В Германии в 1928/29 г. для взрыва льда толщиной 0,5—2 м брались заряды аммонита весом 2,5—5 кг, причем соблюдалось условие, чтобы такой заряд находился под водой не более 5 минут; при толщине льда более 2 м лед взрывался с помощью незамерзающего динамита весом до 20 кг. Взрывались эти заряды при помощи алюминия, медных взрывных капсюлей, воспламенительного шнура, а серийные взрывы—электричеством. Канал, отводящий отколовшиеся льдины, выделялся шириной 20—40 м и более. Лунки пробивались в шахматном порядке или параллельными рядами на расстоянии 10—15 м друг от друга. Заряды подвешивались под лед на глубину 1,8—2,5 м от поверхности ледяного покрова при помощи (по преимуществу) деревянных шестов, имевших длину 5 м и прикрепленных к канату, позволявшему после взрыва вытащить упомянутые шесты для повторного применения.

Взрывные работы наиболее уместны при устранении больших нагромождений крепкого льда. Однако во всех случаях применения взрывных работ неизбежны ручные работы как для предварительной резки ледяного массива, образования ниже Л. з. свободной искусственной полыньи, так и для последующих работ по разъединению льда по готовым трещинам и для вывода его на течение. При этом однако необходимо принять во внимание, что ледяные заторные нагромождения обрушиваются несколько спустя после произведенных взрывов; поэтому доступ к этим местам д. б. открыт лишь по прошествии некоторого времени и с применением предохранительных мер: прикрепление посылаемых людей к удерживающим канатам, ходьба по проложенным доскам; если позволяют обстоятельства, лучше производить работу из плоскодонных лодок.

Для производства взрывных работ на льду в 1928/29 г. в Германии каждая взрывная команда состояла из одного мастера и десяти подручных: двух человек для изготовления зарядов, двух—для прикрепления последних к шестам или проволоке, одного—для подноски зарядов, четырех—для работ на льду при установке зарядов и одного—для работы по их воспламенению. Каждая такая команда была снабжена спасательным кругом, багром и небольшой лодкой.

Относительно борьбы с Л. з. при помощи термита см. *Термит*. К вспомогательным работам относятся мероприятия по устранению примерзания воды к частям гидротехнических сооружений, не допускающим по своему назначению такого примерзания, что достигается наприм. снабжением таких частей отопительной системой: электрической, воздушной или паровой.

Следует здесь же упомянуть, что при ледоходе необходимо своевременно открывать

шлюзы для беспрепятственного пропуска паводковой воды со льдинами и устранения тем самым Л. з. непосредственно у шлюза со всеми его последствиями. Над гребнем водослива необходимо иметь достаточной толщины слой воды, чтобы в полной мере был обеспечен пропуск льда через плотину. Все остальные мероприятия, в той или иной мере способствующие устранению ледян. затора, должны быть применены, как показал опыт, не только в отношении больших рек и сооружений, но и вообще ко всем водным протокам, нуждающимся в указанных работах, во избежание порчи самих сооружений и бедствий от наводнения.

*Лит.*: Рыкачев М., Замерзание русских рек, СПб, 1887; Акулов К., Брилинг Е. и Марцелли М., Курс внутренних водн. сообщений, т. 1, М.—Л., 1927; Лохтин В., Ледяной нанос и зимние заторы на р. Неве. Материалы для описания русских рек и истории улучшения их судоходных условий, вып. 10, СПб, 1906; Войткевич М., Ледокольное дело в германской постановке, СПб, 1913; Вичанан, On the Freezing of Lakes, «Nature», L., 1879, 19; F o r e l F., La temperature des lacs gelés, «CR», 1880, 90; F o r e l F. A., Handbuch d. Seekunde, Allgem. Limnologie, Stg., 1901; F ä n n e r G., Der Eisstoss d. Donau, «Ztschr. d. Österr. Ingen.-u. Archit.-Vereins», W., 1888, 13; S c h u h, Das Gefrieren der Seen, «Petermanns Mitteilungen», Gotha, 1901; S w a r o v s k y A., Das Eisverhältnis d. Donau von 1850 bis 1890, «Penks geogr. Abhandlungen», 1896, 5; W e d d e r b u r n, The Freezing of Freshwater Lakes, «Journ. of the Scottish Met. Soc.», 1908; Eissprengungen im Winter 1928/29 in Deutschland, «Nobel-Hefte», Berlin, 1929, H. 4; R o s e n b a u m L., Die Perioden d. Hochwasser u. Eisstöße, «Die Bautechnik», B., 1930, H. 15; B r ü c k n e r E., Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über d. Klimaschwankungen d. Diluvizeit; «Geographische Abhandlungen», hrsg. von A. Penck, Wien, 1900, B. 4; W a l l e n A., Temperatur, Niederschlag u. Wasserstandsschwankungen in Nordeuropa, «Meteorologische Ztschr.», Brschw., 1914; R o s e n b a u m L., Über langjährige Klimaschwankungen u. deren Abhängigkeit von d. Sonnenfleckenhäufigkeit, ibid., 1928 u. 1929; M y r b a c h C., Das Atmen d. Atmosphäre, «Annalen d. Hydrographie u. maritimen Meteorologie», B., 1926; S o n k l a r K., Von d. Überschwemmungen, W., 1880; «Proceedings of American Inst. of Civil Engineers», N. Y., 1927 a. 1928; G r o s s m a y r F., Nilfluviorhersage, «Meteorologische Ztschr.», Brschw., 1929; K v e t e n s k y L., Wassermengenvorhersage im Kraftwerksbetriebe, «EuM», 1928; «Ztschr. für Binnenschiffahrt», Hamburg, 1928, H. 9; «Annalen d. Hydrographie u. maritimen Meteorologie», B., 1917; «Meteorolog. Ztschr.», Brschw., 1914, 1918, 1929. **С. Брилинг.**

**ЛЕЖАНДРА ПОЛИНОМЫ** (ф у н к ц и и) получены им в 1784 г. при исследованиях, связанных с *потенциалом* (см.) точек шаровой поверхности, выражающимся при известных предположениях ф-лой

$$T = \frac{1}{\sqrt{1-2xr+r^2}}$$

Во многих вопросах математической физики и в астрономии приходится функцию  $T$  разлагать в ряд по степеням  $r$ , причем: при  $r < 1$

$$T = P_0(x) + rP_1(x) + r^2P_2(x) + \dots + r^nP_n(x) + \dots$$

при  $r > 1$

$$T = \frac{1}{r}P_0(x) + \frac{1}{r^2}P_1(x) + \frac{1}{r^3}P_2(x) + \dots + \frac{1}{r^{n+1}}P_n(x) + \dots$$

Коэф-ты  $P_0, P_1, P_2, \dots, P_n, \dots$  называются полиномами Лежандра 1-го рода порядка нулевого, 1-го,  $\dots, n$ -го  $\dots$  В развернутом виде:

$$P_0(x) = 1; P_1(x) = x; P_2(x) = \frac{1}{2}(3x^2 - 1);$$

$$P_3(x) = \frac{1}{2}(5x^3 - 3x); \dots;$$

$$P_n(x) = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1)}{n!} \left\{ x^n - \frac{n(n-1)}{2(2n-1)} x^{n-2} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2 \cdot 4 \cdot (2n-1)(2n-3)} x^{n-4} - \dots \right\},$$

откуда

$$P_{2n}(-x) = P_{2n}(+x); P_n(1) = 1; P_{2n+1}(0) = 0;$$

$$P_{2n+1}(-x) = -P_{2n+1}(+x);$$

$$P_{2n}(0) = (-1)^n \cdot \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1)}{2^n \cdot n!}.$$

За аргумент  $x$  часто берут  $\cos \vartheta$ ; тогда

$$P_1(\cos \vartheta) = \cos \vartheta; P_2(\cos \vartheta) = \frac{3 \cos 2\vartheta + 1}{4};$$

$$P_3(\cos \vartheta) = \frac{1}{8}(5 \cos 3\vartheta + 3 \cos \vartheta); \dots; P_n(\cos \vartheta) =$$

$$= \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1)}{2^n \cdot n!} \left\{ \cos n\vartheta + \frac{1}{1} \cdot \frac{n}{2n-1} \cos (n-2)\vartheta + \right.$$

$$+ \frac{1 \cdot 3}{1 \cdot 2} \cdot \frac{n(n-1)}{(2n-1)(2n-3)} \cos (n-4)\vartheta + \dots +$$

$$\left. + \frac{1}{1} \cdot \frac{n}{2n-1} \cos [-(n-2)\vartheta] + \cos (-n)\vartheta \right\}.$$

Л. п.  $P_n(x)$  можно определить через производную  $n$ -го порядка ф-ии  $(x^2 - 1)^n$  (формула Родрига):

$$P_n(x) = \frac{1}{2^n \cdot n!} \cdot \frac{d^n(x^2 - 1)^n}{dx^n}.$$

Из этой ф-лы видно, что все корни ур-ия  $P_n(x) = 0$  действительны, отличны друг от друга и лежат в интервале от  $(-1)$  до  $(+1)$ .

В интегральной форме Л. п. выражаются при помощи интеграла Лапласа:

$$P_n(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi (x + \cos \varphi \sqrt{x^2 - 1})^n d\varphi$$

и интеграла Шлефли:

$$P_n(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_C \frac{(t^2 - 1)^n}{2^n(t-x)^{n+1}} dt,$$

где контур интеграции  $C$  один раз окружает точку  $x$ .

До сих пор речь шла о Л. п., т. е.  $n$  принималось за целое положительное число; последний интеграл позволяет, путем наложения дополнительных условий на контур интеграции  $C$ , распространить выводы на любое значение  $n$  и говорить уже о ф у н к ц и я х Лежандра или сферических (по Гауссу). Функция  $P_n(x)$  удовлетворяет дифференциальному ур-ию Лежандра:

$$(1-x^2) \frac{d^2 P_n(x)}{dx^2} - 2x \frac{d P_n(x)}{dx} + n(n+1) P_n(x) = 0.$$

Другим частным решением этого ур-ия служит ф-ия Лежандра 2-го рода:

$$Q_n(x) = \frac{n!}{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1)(2n+1)} \left\{ x^{n-1} + \frac{(n+1)(n+2)}{2(2n+3)} x^{n-3} + \frac{(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}{2 \cdot 4 \cdot (2n+3) \cdot (2n+5)} x^{n-5} + \dots \right\}.$$

Каждый из трех интегралов

$$\int_{-1}^{+1} P_m(x) \cdot P_n(x) dx, \quad \int_{-1}^{+1} Q_m(x) \cdot Q_n(x) dx,$$

$$\int_{-1}^{+1} P_m(x) \cdot Q_n(x) dx$$

равен 0, если  $m \neq n$ , и равен  $\frac{2}{2n+1}$  при  $m = n$ . Три последовательных функции Лежандра



1-го или 2-го рода связаны аналогичными рекуррентными соотношениями:

$$(n+1)P_{n+1}(x) - (2n+1)xP_n(x) + nP_{n-1}(x) = 0,$$

$$P_1(x) - xP_0(x) = 0,$$

$$(n+1)Q_{n+1}(x) - (2n+1)xQ_n(x) + nQ_{n-1}(x) = 0,$$

$$Q_1(x) - xQ_0(x) + 1 = 0,$$

дающими возможность вычислить последующую функцию по двум предыдущим и составить таблицы сферических ф-ий, находящихся, подобно *Бесселевым функциям* (см.), широкого практич. применение. Связь между Бесселевыми и сферич. функциями устанавливается формулой:

$$I_n(\vartheta) = (-1)^m \lim_{n \rightarrow \infty} P_n^{(m)} \left( \cos \frac{\vartheta}{n} \right),$$

где

$$P_n^{(m)}(x) = (1-x^2)^{\frac{1}{2}m} \frac{d^m P_n(x)}{dx^m},$$

т. н. ассоциированные ф-ии Лежандра, для которых  $m$  целое положительное число, а  $n$  — совершенно произвольно. Обобщение ф-ий Лежандра на случай двух переменных  $\vartheta$  и  $\varphi$  было дано Лапласом, почему эти ф-ии, обозначаемые символом  $Y_n(\vartheta, \varphi)$ , носят его имя. Они удовлетворяют дифференциальному уравнению Лапласа:

$$\frac{1}{\sin \vartheta} \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left( \sin \vartheta \frac{\partial Y_n(\vartheta, \varphi)}{\partial \vartheta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \vartheta} \frac{\partial^2 Y_n(\vartheta, \varphi)}{\partial \varphi^2} + n(n+1) Y_n(\vartheta, \varphi) = 0$$

и связаны с ф-иями Лежандра соотношением:

$$Y_n(\vartheta, \varphi) = \sum_{k=1}^{k=2n+1} m_k P_n \left[ \cos \vartheta \cdot \cos \vartheta_k + \sin \vartheta \cdot \sin \vartheta_k \cdot \cos(\varphi - \varphi_k) \right],$$

где  $\vartheta_k$  и  $\varphi_k$  — постоянные параметры, а  $m_k$  — произвольные постоянные. Как ф-ии Лежандра, так и ф-ии Лапласа применяются для разложения в ряд других ф-ий, напр.:

$$\frac{2}{\pi \sqrt{1-x^2}} = P_0(x) + 5 \left( \frac{1}{2} \right)^2 P_2(x) + 9 \left( \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \right)^2 P_4(x) + \dots$$

*Лит.*: Heine H. E., *Handbuch der Kugelfunktionen*, 2 Aufl., B., 1881; Whittaker E. T. and Watson G. N., *Course of Modern Analysis*, 3 ed., Cambridge, 1920; Mises R. u. Frank P., *Die Differential- u. Integralgleichungen d. Mechanik u. Physik*, T. 1—2, 7 Aufl., Brschw., 1925—27; Jahnke E. und Emde F., *Funktionentafeln mit Formeln und Kurven*, Lpz.—B., 1923.

**В. Коновалова.**

**ЛЕЖНЯК**, см. *Жерновой постав.*

**ЛЕЙДЕНСКАЯ БАНКА**, конденсатор цилиндрич. формы постоянной емкости; состоит из цилиндрического стеклянного сосуда (банки), внутренняя и наружная поверхности к-рого покрыты фольгой (обкладка и конденсатора), не доходящей до отверстия банки приблизительно на  $\frac{1}{4}$  высоты (фиг. 1). Металлический стержень, проходящий через горло банки, соприкасается с внутренней обкладкой банки при посредстве гибкой проволоки или цепочки. Шарик, которым заканчивается стержень, является одним из полюсов конденсатора; наружная обкладка — другой его полюс. Емкость Л. б. может быть приближенно вычислена по общей формуле технических конденсаторов:

$$C = \frac{\epsilon S}{4\pi d} \text{ см},$$

где  $\epsilon$  — диэлектрич. постоянная стекла,  $S$  — средняя величина (в  $\text{см}^2$ ) поверхностей обкладок,  $d$  — средняя толщина (в  $\text{см}$ ) стенки, или, лучше, по специальной ф-ле (для цилиндрич. конденсаторов):

$$C = \frac{\epsilon l}{2d} \text{ см},$$

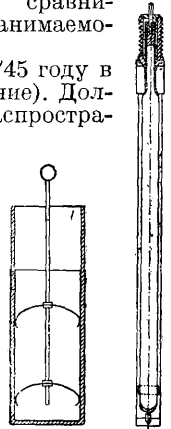
где  $l$  — длина Л. б., а  $r$  — внутренний радиус ее; предполагается, что  $l > r > d$ . Емкость Л. б. незначительна — не больше 15 000 см. Для получения больших емкостей Л. б. соединяются в батареи. Л. б. в состоянии выдержать значительную разность потенциалов на своих обкладках — порядка нескольких десятков тысяч В. Недосток Л. б.: незначительная емкость, при сравнительно больших размерах занимаемого места, и хрупкость.

Л. б. была изобретена в 1745 году в г. Лейдене (отсюда ее название). Долгое время она была очень распространенной формой конденсаторов. В настоящее время на промышленных установках Л. б. в своем первоначальном виде употребляется сравнительно редко. Промышленной формой Л. б. являются Л. б. фирмы Шотт, выработавшей специальное стекло (минус) с минимальными потерями конденсатор Мосцицкого (фиг. 2). Последний изготавливается в виде длинных банок небольшого диаметра из специальных сортов стекла с малыми диэлектрическими потерями. Обкладки — серебряные, гальванически покрытые слоем меди для лучшего прилегания обкладок к стеклу. В отверстия банки укреплен фарфоровый изолятор, сквозь к-рый проходит стержень, соприкасающийся с внутренней обкладкой. Конденсатор устанавливается в защитном металлич. сосуде, причем пространство между наружной обкладкой конденсатора и стенкой защитного сосуда заполняется охлаждающей жидкостью.

*Лит.*: Хвольсон О. Д., *Курс физики*, т. 4, Берлин, 1923; Эйхенвальд А. А., *Электричество*, 5 изд., М.—Л., 1928; Ванейтц Ф., *Taschenbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, Berlin, 1927.

**Д. Винклер.**

**ЛЕЙКОСОЕДИНЕНИЯ** красителей, продукты умеренного восстановления красящих веществ, способные при окислении переходить обратно в красители. Большинство из них, за исключением некоторых Л. кубовых красителей, являются бесцветными веществами, что объясняется восстановлением хиноидных групп красителей (уничтожением хромофорных группировок). Наибольшее практич. значение имеют Л. нерастворимых в воде кубовых и сернистых красителей, т. к. последние при восстановлении приобретают гидроксильные или сульфгидрильные группы и в силу этого делают способными давать растворимые в воде щелочные соли. Технические восстановление в этом случае ведут либо гидросульфитом натрия,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , либо сернистым натрием,  $\text{Na}_2\text{S}$ , в щелочной среде. На волокне Л. кубовых и серни-

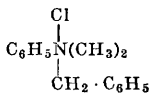


Фиг. 1. Фиг. 2.

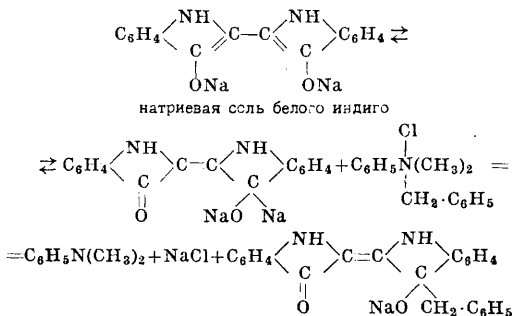
стых красителей подвергаются в з р е в а н и ю, т. е. воздействию кислорода воздуха, причем происходит постепенное их окисление в нерастворимый в воде, фиксируемый волокном краситель. Многие Л. кубовых красителей являются окрашенными, иногда даже более глубоко, чем исходные красители (см. *Красящие вещества синтетические*, теория цветности). Кроме кубовых и сернистых практическое значение имеют Л. галлоцианиновых красителей: перевод последних в Л. увеличивает их растворимость и облегчает крашение и печатание. Нередко при этом изменяется и оттенок получаемой на волокне окраски.

*Лит.*: В о р о ж д о в Н. Н., Основы синтеза красителей, М.—Л., 1925; Р у г г л и П., Практикум по крашению и анализу красителей, пер. с нем., Ленинград, 1929; Ф и р ц - Д а в и д Г. Э., Производство органич. красок, Основные химико-технич. процессы, пер. с 3 нем. изд., М.—Л., 1927; F i e r z - D a v i d Н. Е., Künstliche organische Farbstoffe, 3 Auflage, Berlin, 1926. И. Иоффе.

**ЛЕЙКОТРОПЫ**, вспомогательные вещества при восстановительных вытравках по кубовым красителям (см. *Ситцепечатание*), соли замещенных аммониевых оснований. В технике чаще всего применяются лейкотропы «О» и «W». Лейкотроп «О» представляет собой хлористый диметилфенилбензил-аммоний



получаемый синтезом из диметиланилина и хлористого бензила. Бесцветные, легко растворимые в воде кристаллы; при перегонке разлагается на исходные вещества. При кипячении с водными растворами фенолатов Л. «О» образует бензиловые эфиры фенолов, с отщеплением диметиланилина. Точно так же действует он на белое индиго и на другие лейкосоединения кубовых красителей, образуя с ними бесцветные или желтые бензиловые производные, однако не за счет гидроксильного водорода, а за счет водорода, стоящего при углеродном атоме в таутомерной кетонной форме лейкосоединений, напр.:



Цинковые соли этих «карбозэфиров» нерастворимы в воде. Этим пользуются напр. для получения желтых вытравок по индиго, для чего по окрашенной индиго ткани печатают смесь формальдегидсульфоксилата, щелочи, лейкотропа «О» и окиси цинка и ткань запаривают: белое индиго, образовавшееся на волокне, образует цинковую соль желтого карбозэфира, которая после промывки остается на волокне.

Для получения белой вытравки пользуются лейкотропом «W», представляющим собою натриевую соль *n*-сульфокислоты лейкотропа «О» с сульфогруппой в бензильном остатке. С этим Л. белое индиго образует натриевую соль сульфокислоты бензилового карбозэфира, к-рая растворима в воде и смывается с волокна при промывке, оставляя белый узор на напечатанных местах.

*Лит.*: П о р а й - К о ш и ц, С и д о р о в и, М а к с и м о в, «Изв. Об-ва для содействия улучшению и развитию мануф. промышленности», М., 1919; Ч и л и к и н М. М., Исследования в области индиго, части 1—2, Москва, 1915. А. Порай-Носич.

**ЛЕЙГОМ**, см. *Декстрины*.

**ЛЕЙЦИТ**, минерал, метасиликат калия, хим. состава  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{SiO}_2$  (21,52%  $\text{K}_2\text{O}$ , 23,33%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 55,15%  $\text{SiO}_2$ ). Л. входит в состав некоторых излившихся горных пород (в качестве существенной части—в лейцититы, лейцитовые базальты и в меньших количествах—в лейцитовые фонолиты, лейцитиферы, лейцитовый тефрит, Л.-базанит) и глубинных (в небольших количествах—в лейцитовый сиенит, миссурит). При температуре выше 500° лейцит кристаллизуется в кубич. системе, в формах 24-гранника, при  $t^\circ$  ниже 500°—в ромбической. Тв. 5,5—6,0; удельн. в. 2,5;  $t_{\text{пл.}}$  1300°; цвет белый, серый, желтоватый, красноватый; черта белая; блеск стеклянный, на изломе жирный; редко прозрачен; чаще просвечивает и непрозрачен; хрупок; растворим в к-тах.

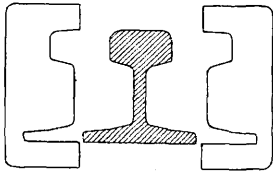
Месторождения Л. Лейцититы на западном берегу Италии (Альбанские горы), от Больсено до Везувия, занимают значительную площадь, причем встречаются участки с значительно обогащенной Л. породой; в среднем содержат, по подсчетам Г. Вашингтона, 8,8 млрд. *т*  $\text{K}_2\text{O}$ ; величина кристаллов Л. разнообразная: от микроскопических до 7 см в диаметре. Известны лейцитовые базальты в Германии (Эйфель), на о-ве Сардинии, в США (штат Уайоминг) и др. В СССР Л. известен в Забайкалье по р. Белой.

Применение Л. В Италии из дробленых лейцититов путем магнитного обогащения получают лейцитовые концентраты (до 90% Л.), к-рые или применяются непосредственно как калийное удобрение или обрабатываются серной к-той для получения солей  $\text{K}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , перерабатываемого на алюминий, для чего в окрестностях Рима организовано большое предприятие. Опыт добычи калия и алюминия из Л. в Италии необходимо применить в СССР к нефелину (см.), месторождения к-рого у нас огромный (Хибины, Ильменские горы, Ботогольский голец в Сибири), как для получения окиси алюминия, щелочей ( $\text{K}$  и  $\text{Na}$ ), так и  $\text{SiO}_2$  в форме силикагеля (см.). П. Топольницкий.

**ЛЕКАЛА**, в машиностроении и, бешкальные мерительные инструменты для контроля формы фасонных частей. Л. представляют собой негатив проверяемого сечения и м. б. нормальными и предельными.

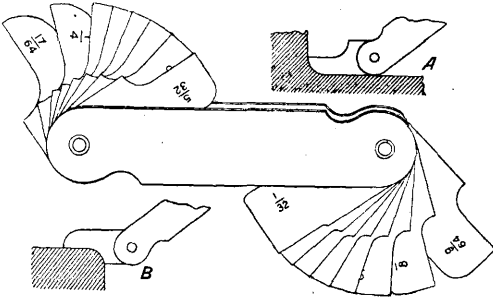
Нормальные Л. представляют собой по возможности точный негатив сечения (фиг. 1, Л. для контроля ж.-д. рельсов); проверка производится «на свет», т. е. прикладывая Л. к контролируемому предмету и проверяя, насколько незначительными оказываются просветы, остающиеся между ни-

ми. Примерами Л., часто встречающихся на практике, являются радиусные Л. (фиг. 2) и винтовые Л. (фиг. 3), из которых первые



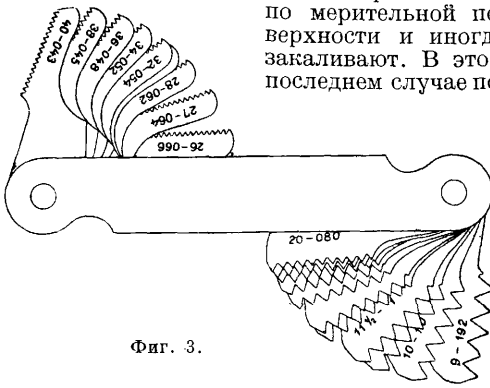
Фиг. 1.

служат для контроля радиуса закруглений как внутренних (фиг. 2, А), так и наружных (фиг. 2, В), а вторые применяются для проверки правильности формы и шага винтовой нарезки. Из чисто угломерных Л. часто применяют Л. для винторезных резцов (фиг. 4), при помощи которых можно проверять правильность угла резца и его установки по отношению к обрабатываемому предмету;



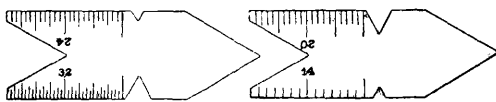
Фиг. 2.

для проверки правильности заточки спиральных сверл служат Л., изображенные на фиг. 5. В заводских условиях нормальные Л. изготовляют обычно из листовой стали 4—6 мм толщиной, тщательно обрабатывают по мерительной поверхности и иногда закаливают. В этом последнем случае по



Фиг. 3.

лезно подвергнуть их отпуску в течение 5—10 ч. при 150—180° для уничтожения внутренних напряжений, связанных с закалкой; более высокая  $t^\circ$  отпуска может слишком сильно



Фиг. 4.

понизить твердость. Контроль формы при помощи нормальных Л. требует от браковщика чрезвычайной опытности, чтобы он мог сразу решить, выходят ли наблюдаемые отклонения от формы из допускаемых границ или нет. Помимо указанного неудобства ре-

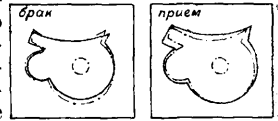
шение браковщика в данном случае является неизбежно субъективным и может быть оспариваемо как рабочим, сдающим продукт, так равно и принимающей товар высшей инстанцией.

Предельные Л. не имеют упомянутого недостатка в тех случаях, когда вообще возможно бывает их сконструировать. Принцип контроля предельными Л. состоит в том, что имеется два или более Л., часть к-рых носит название приемочных, а другая—браковочных: через первые контролируемый предмет должен проходить свободно, а через вторые не должен проходить вовсе.

Однако для сложных форм этот способ бывает неприменим или необходимо д. б. связан с контролем на-глаз. На фиг. 6 изображены два предельных Л. с измеряемой частью (пунктир); ясно, что хотя часть весьма сильно отличается от требуемой формы, однако формально она д. б. признана правильной, т. к. прошла через приемочное и не прошла через браковочное Л. Поэтому в случае необходимости действительно проверять правильность криволинейных очертаний прибегают к разбивке всего периметра контролируемой части на характерные участки, на последних выбирают опять-таки характерные точки и проверяют их взаимное расположение. Примером такого решения вопроса может служить сложное предельное лекало, изображенное на фиг. 7. Контролируемая часть насаживается на центровочную шпильку *a*, затем фиксируется в правильном положении подвижным упором *б*, последний в соединении с щупами *в, г, д* и *е* определяет правильную форму верхней поверхности.

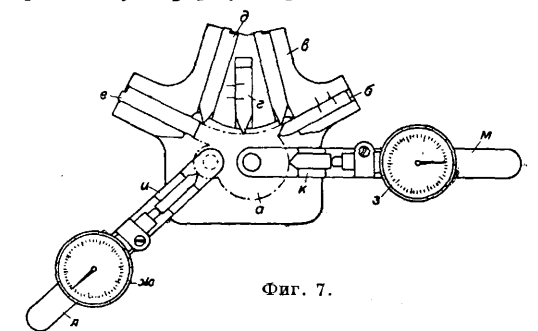


Фиг. 5.



Фиг. 6.

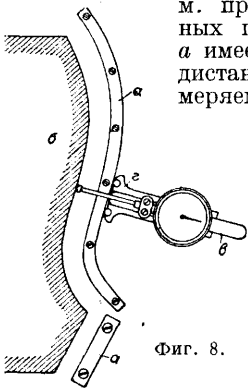
на характерные участки, на последних выбирают опять-таки характерные точки и проверяют их взаимное расположение. Примером такого решения вопроса может служить сложное предельное лекало, изображенное на фиг. 7. Контролируемая часть насаживается на центровочную шпильку *a*, затем фиксируется в правильном положении подвижным упором *б*, последний в соединении с щупами *в, г, д* и *е* определяет правильную форму верхней поверхности.



Фиг. 7.

Положение щупов, нажимаемых пружинами, определяется или наощупь по уступам торцовой поверхности (*в, д, е*) или же на-глаз по черточкам (*б, г*). Предельность измерения достигается тем, что разница в высоте обеих площадок и разность расстояний между обеими парами черточек равняется величине допуска. Нижние поверхности, представляющие собой части окружностей, контролируются при помощи мерительных индикаторов *ж* и *з*, опирающихся на щупы *и* и *к*, вращаемые вместе с индикаторами

вокруг соответственных центров при помощи рычагов *л* и *м*; отклонения формы указываются непосредственно индикаторами в долях *мм*. На применении мерительных индикаторов основана конструкция *Л.*, изображенная на фиг. 8 и позволяющая контролировать с большой точностью форму *б* или *м*.

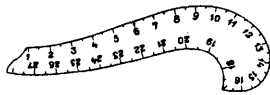


Фиг. 8.

Самое *Л.* имеет форму кривой, эквивалентной относительно измеряемой поверхности *б*; индикатор помещается на тележке *г*, опирающейся двумя роликами на *Л.*; продвигая тележку вдоль лекала и следя за одновременным касанием обоих роликов с лекалом, по отклонению стрелки индикатора можно судить о степени точности испытываемой поверхности. Для достижения равномерного и автоматического нажима обоих роликов иногда индикатор укрепляют на магните *в*.

*Лит.*: Dubbel H., Taschenbuch f. d. Fabrikbetrieb, Berlin, 1923; Rolf F. H., Gauges a. Fine Measurements, v. 2, London, 1929; «American Machinist», L., 1928, v. 68, p. 1052, v. 69, p. 8; *ibid.*, 1920, v. 53, p. 732; *ibid.*, 1921, v. 54, p. 614; «Machinery», London, 1926, v. 28, p. 92, 101, v. 29, p. 265; *ibid.*, 1925, v. 27, p. 65; *ibid.*, 1928, v. 33, p. 78; «Engineering», L., 1918, v. 105, p. 274, 357, 417, 476, 569, 628, 683; *ibid.*, 1921, v. 111, p. 334, 424, 613; «The Engineer», London, 1919, v. 127, p. 282, 294; *ibid.*, 1920, v. 129, p. 575; *ibid.*, 1921, v. 131, p. 313.

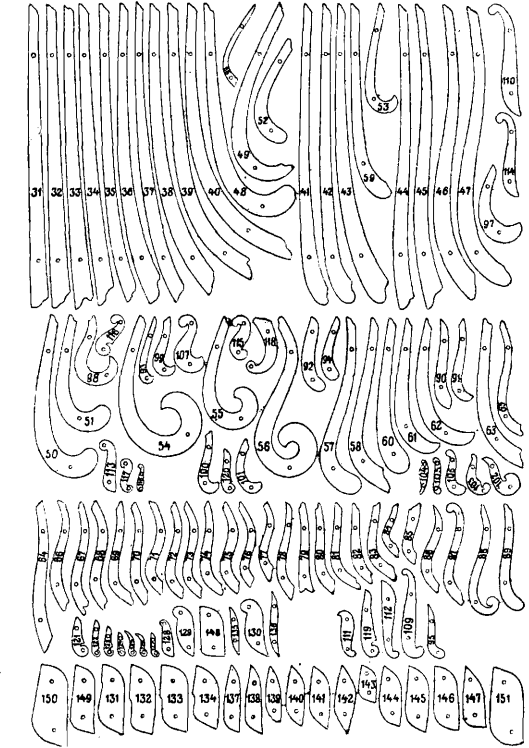
**Л. корабельные** — шаблоны, употребляемые в судостроительном черчении для обводки криволинейных контуров. Профиль отдельных *Л.* вырабатывается путем практики, применительно к форме судовых обводов; иногда используются для этой цели подходящими геометрическими кривыми, как напр. дугами окружностей большого радиуса, параболы и т. д. На некоторых верхах часто вырабатываются таким образом самостоятельные наборы, более или



Фиг. 9.

менее приспособленные к практике их работы. Важное значение имеет величина отдельных *Л.*; при укрупнении размеров современных судов обычная наибольшая дли-

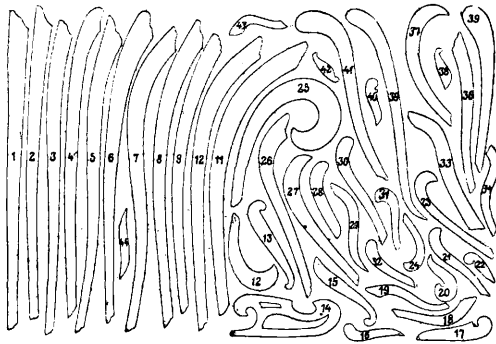
на ходовых профилях *Л.* около 60 см становится недостаточной, почему в комбинированном наборе длина эта м. б. повышена до 80 см, хотя это в значительной мере отражается на трудности изготовления и следовательно стоимости *Л.* Иногда по кромкам *Л.* наносят отметки (фиг. 9), позволяющие указывать те или другие профили, побывшие для обводки контура, что в значительной мере облегчает нахождение нужных лекал при вторичной обводке или копировке



Фиг. 11.

чертежа. Этими отметками можно пользоваться также для определения длины контура, хотя это довольно ненадежный и кропотливый способ. Обычные чертежные наборы корабельных лекал состояются из комбинации нескольких основных типов; таково напр. наиболее распространенные наборы немецкой фирмы бр. Вихман, представленные на фиг. 10 (так наз. копенгагенский набор), и на фиг. 11 (американский), а также «параболический» и «гиперболический». К комбинации нескольких наборов принадлежит и набор, выработанный сотрудниками Кораблестроительн. факультета Ленинградского политехнического ин-та и выполненный средствами Аэродинамич. лаборатории.

К материалу для изготовления корабельных *Л.* предъявляются следующие требования: достаточная твердость, отсутствие коробления, однородность строения и возможность обработки во всех направлениях. Лучшее всего этим требованиям удовлетворяет протравленное и хорошо просушенное грушевое, буковое и пальмовое дерево; *Л.* из эбонита и целлюлоида очень хороши, но благодаря высокой стоимости мало приме-



Фиг. 10.

менее приспособленные к практике их работы. Важное значение имеет величина отдельных *Л.*; при укрупнении размеров современных судов обычная наибольшая дли-

нимы. Толщина Л., смотря по размерам, составляет 1—2 мм. Обработка Л. вручную обходится очень дорого и требует весьма высокой квалификации, чтобы получить совершенно плавный профиль, удовлетворяющий заданному обводу. Что касается механического производства Л., то оно состоит в фрезеровке по несколько штук Л., нагрубо выпиленных из досок соответственной толщины и зажатых вместе, по точным металлич. или деревянным шаблонам; последующая ручная обработка каждого Л. заключается в очистке шероховатостей и полировке.

Лит.: Яковлев И. А. и Олчи-Оглу И. И., Опыт производства корабельных лекал средствами Ленинградского политехнич. ин-та, «Кораблестроитель», Л., 1928, 11. И. Яковлев.

**ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ**, растения, находящие применение в медицине. Применяют Л. р. или без предварительной переработки или же после определенной переработки с целью извлечения или концентрации действующих начал, находящихся в используемых частях растения. Число ботанич. видов растений, употреблявшихся различными народами мира как лекарственные, было очень велико, доходя (суммируя все литературные и историч. данные) до 8 000—12 000; в настоящее время это число сведено к сотне с небольшим видов, с некоторыми колебаниями в фармакопеех различных стран; у нас число официально признанных медицинских видов 150. Многие виды кроме лекарственного значения находят широкое применение в различных видах промышленности—пищевой, парфюмерной и др.; такие виды обычно называются лекарственно-техническими (мята, анис, фенхель, клеверина, солодка, малина, черника, земляника, липа и др.); обычно потребности технич. применения значительно превосходят своими размерами потребность лекарственного применения (солодка напр. на 95% имеет технич. значение, мята на 80%).

Химич. состав действующих начал различен; преимущественно это алкалоиды—физиологически сильно действующие на организм вещества (иногда сильные яды), по химическому составу—азотсодержащие основания, которые вырабатываются растениями в отдельных органах или встречаются во всем теле растения, как например морфин, атропин, стрихнин и т. п.; кроме того часто встречаются глюкозиды (наперстянка, ландыш, горицвет), горечи (горечавка, арника, золотая печать), слизи (алтей), эфирные масла (мята, анис), к-ты (валериана, толокнянка). Источниками получения сырья служат: 1) промысел или сбор дикорастущих Л. р. и 2) культура. Культура важна для тех Л. р., к-рые в нашей флоре не встречаются в количестве достаточном, чтобы промысел по их сборанию экономически себя оправдывал, или для тех, которые вовсе не растут у нас в диком состоянии. До 1914 г. в России, в дополнение к ввозу, промысел был почти единственным источником снабжения сырьем. Дешевизна рабочих рук и изобилие дикорастущих у нас Л. р. создали благоприятные условия для развития экспорта. В 1913 г. было собрано до 31 000 т Л. р. стоимостью свыше 2 900 тыс. руб., причем технически применяемые растения в этой товарной массе

значительно преобладали над чисто лекарственными. Из этого количества для внутренних потребностей использовано 1 835 т. Ввоз лекарственного сырья и продуктов, выработанных из него для медицинского потребления, в 1913 году выразился в 7 000 т, стоимостью 1 280 тыс. руб. Почти полное прекращение внешней торговли с началом войны 1914 года и создавшийся в связи с этим лекарственный голод вызвали усиленное внимание к культуре лекарственных растений. В настоящее время можно считать успешно разрешенной задачей обеспечения собственным сырьем большого числа видов Л. р., за исключением тропических и субтропических растений, вопрос об акклиматизации которых является вполне разрешимой задачей в отношении многих из них. Культура лекарственных растений развивается в СССР настолько успешно, что мы уже сможем не только удовлетворить собственные потребности, но и приступить к экспорту культурных Л. р. Одновременно удалось восстановить промысел Л. р. в такой мере, что в настоящеем его продукция превышает довоенную и количественно и качественно. В среднем за 3 г. (1911—1913 гг.) ежегодный вывоз Л. р. составлял 22 219 т с общей стоимостью 2 390 тыс. р.; план заготовок на 1930 г. намечает 27 000 т, на сумму 5 239 тыс. р. (ориентировочно); в то время как в довоенном экспорте солодковый корень составлял (среднее за 1911—13 гг.) 90% всего количества и 58% стоимости экспорта, в плане 1930 г. он составляет 60% количества и ок. 20% стоимости; иначе говоря, заготовка более ценного сырья развивается за счет малоценного. Часть сырья перерабатывается у нас и вывозится в виде полуфабрикатов или конечных чистых веществ; сюда относятся: сантонин (из цитварной полыни), являющийся монопольным продуктом на мировом рынке (в 1913 г. вывоз—5 т, в 1928/29 г.—6,4 т и на 1932/33 год намечено к вывозу 11 т); опий—млечн. сок на надresaх плодов опийного мака; до 1914 года был импортным; в 1928/29 году вывоз—48 т; на 1932/33 г. намечается вывоз в 100 т; на заводах: алкалоидном—Госмедторгпрома в Москве и Среднеазиатского химтреста в Чимкенте из опия получают алкалоиды: морфин, кодеин, папаверин, тебаин, дионин, героин; из корней скополии (мандрагоры), собираемой в Закавказьи (в Абхазии), получают атропин; из махорки—никотин (Чимкент); последний является интересной статьей для экспорта как инсектицид; в настоящее время вывоз его составляет около 10 т, в перспективе—до 30 т помимо большой внутренней потребности. В последние пять лет значительно развилось производство препаратов т. наз. новой галеники (неогаленика), преимущественно сердечных средств (из ландыша, горицвета, наперстянки),—как адонидин, дигинорм, гитален конвален; в больших количествах перерабатывается и спорынья (секакорнин); из коры крушины—франгулен, заменяющий каскара-саграду. Пробы экспорта препаратов неогаленики были успешны. Ядром, объединяющим самые мощные химико-фармац. заводы СССР, является Госмедторгпром (5 эдов); кроме того местная

промышленность располагает 13 заводами, и восстанавливается лакирный завод в гор. Уральске (Лектехсырье) по выработке экстракта из солодки (завод имеет исключительно экспортное значение). Рост сельской медицины, выработка новых препаратов, до сих пор бывших импортными, и изготовление лекарств по формулам вместо ручного способа сильно повышают требования к химико-фармац. промышленности. Выработка *галеновых препаратов* (см.) к концу пятилетки увеличивается на 48,2%. Валовая стоимость продукции всей фармацевтической промышленности в 1927/28 году составляла 32,5 млн. р. (из них Госмедторгпрома—20,2 млн., т. е. 62,1%). Стоимость хим.-фармац. препаратов в соответствии с потребностями СССР (без экспорта) контрольные цифры определяют в 70 млн. р. Сырье для всех видов химико-фармацевтической продукции насчитывает до 300 наименований, составляя 70% стоимости продукта; из них стоимость Л. р., включая и импортированные в 1927/28 г., составляла 3 млн. р. Вся работа по заготовке дикорастущих и культивируемых лекарственных и лекарственно-технич. растений в СССР осуществляется всесоюзным объединением «Лектехсырье». Заготовка дикорастущих растений ведется частью через с.-х. кооперацию, частью собственным аппаратом; работа же по культуре Л. р. осуществляется путем организации крупных (2—5 тыс. га) специальных совхозов и путем контракции через с.-х. кооперацию, объединяемую Хлебоцентром (отдел технич. культур). План намечает доведение общей площади под лекарственными культурами до 15 000 га, а под лекарственно-техническими: кориандр 25 000 га, анис 10 000 га, мята перечная 10 000 га, фенхель 2 000 га и тмин 2 100 га. Из лекарственных растений наибольшие размеры в га занимают культуры:

Опийный мак (*Papaver somniferum* L.) . . . 15 000 га  
 Красавка (*Atropa Belladonna* L.) . . . 310 »  
 Валериана (*Valeriana officinalis* L.) . . . 800 »  
 Наперстянка (*Digitalis purpurea* L.) . . . 135 »  
 Шалфей (*Salvia officinalis* L.) . . . 216 »  
 Ромашка (*Matricaria chamomilla* L.) . . . 450 »

Предварительные опыты акклиматизации и культуры позволяют приступить к организации промышленного возделывания некоторых растений (учитывая внутренние потребности) в следующих размерах (в га):

Ревень (*Rheum palmatum* L., var. *tanguticum* Max.) . . . 100 га  
 Золотая печать (*Hydrastis canadensis* L.) . . . 150 »  
 Лобелия (*Lobelia inflata* L.) . . . 50 »  
 Горечавка (*Gentiana lutea* L.) . . . 125 »

Большая исследовательская работа по изучению Л. р., состава и фармакологич. действия лекарственных начал, приемов культуры и роли внешних факторов на процесс образования и накопления действующих начал, а также по выяснению значения географич. условий культуры (вопросы районирования) проведена сетью научно-исследовательских учреждений Союза (Гос. научно-исслед. химико-фармацевтич. ин-т, Ин-т прикладной ботаники и новых культур, опытные станции: Ольгинская и Битга (под Москвой), Могилевская, Лубенская, Саратовская, Каяльская (Ростов н/Д.) и ряд других). Опыты акклиматизации преимущественно

субтропических культур широко поставлены Сухумским отделом Всесоюзного ин-та прикладной ботаники с участием Научно-исслед. химико-фармацевтич. ин-та; опыты и предварительные соображения говорят о возможности акклиматизации многих импортных растений, как например: хинное дерево, сенна (*Cassia acutifolia* и *C. angustifolia*), алоэ, америк. крушина, кокаиновое дерево, сенга и др. Следовательно, в дальнейшем мы сможем без значительного труда скоро освободиться от тесной зависимости от иностранного рынка. Широкое развитие культуры Л. р. имеет государственное значение, т. к.: 1) ставит нас в независимое положение от внешнего рынка и внешних источников необходимого нам лекарственного сырья; 2) повышает качество товара (чистота, однородность сырья по составу и количеству действующих начал благодаря определенным условиям культуры, уборки и сушки); 3) облегчает регулирование производства; 4) обеспечивает сырьем развивающуюся химико-фармацевтич. промышленность и увеличивает возможность экспорта; 5) является средством интенсификации сел. х-ва в виду своей большой трудоемкости (табл. 1).

Табл. 1.—Сравнительные данные трудоемкости различных культур.

Наименование культуры	Расход на 1 га	
	человеко-дней	лошаде-дней
Пшеница озимая . . . . .	38	29
Подсолнух . . . . .	61	18
Картофель . . . . .	86	22
Сахарная свекла . . . . .	123	50
Табак (махорка) . . . . .	290	20
Мята . . . . .	160	20
Шалфей . . . . .	204	20
Наперстянка . . . . .	258	22
Валерианка . . . . .	303	20
Красавка (белладонна) . . . . .	368	18
Ромашка . . . . .	400	12

Т. о. по своему характеру культура Л. р., хотя и трудоемкая, но в то же время и высокодоходная, становится новой ценной отраслью нашего с. х-ва в период его реконструкции и индустриализации, как отрасль исключительно товарного, не потребительского значения. В районах аграрного перенаселения развитие культуры Л. р., требующих большой затраты людской рабочей силы, без возможности механизации многих моментов (парники, сбор, сушка), приобретает особую важность, и мы наблюдаем в этих районах (УССР) наиболее быстрый ход развития культуры Л. р. Задачи исследовательской работы не ограничиваются узкими рамками Л. р., применяемых в официальной медицине; углубленное изучение народной медицины дает новый материал и выявляет ряд новых растительных видов, носителей важных лечебных начал. В этом отношении интересными оказываются районы Кавказа, среднеазиатских республик и Алтая (*Regnum Harmala*, *Anabasis arhylla* и др.); конечная цель по установлении фармакологич. ценности растения—разработка методов заводской переработки и промышлен. использование растения. Такое направление имеют исслед. работы Научно-исследовательского

Табл. 2. — Внутренняя потребность СССР в лекарственных растениях.

Название растения	Какая часть заготавливается	Цена за 1 т в руб.	План 1928/29 г.		План 1932/33 г.		Примечание
			Количество в т	Стоимость в руб.	Количество в т	Стоимость в руб.	
Аирный корень *1 <i>Acorus calamus</i> L.	Корневище	200	15,03	3 006	27	5 400	Дикорастущее
Алтей *2 <i>Althaea officinalis</i> L.	Корни	450	57	25 690	128,2	57 690	Преимущественно дикорастущее
Анис *3 <i>Pimpinella Anisum</i> L.	Плоды	300	18	5 400	40,5	12 150	Культурное
Белена *4 <i>Huoscyanus niger</i> L.	Листья	340	10	3 400	22,5	7 650	Дикорастущее
Белладонна (красавка) *5 <i>Atropa Belladonna</i> L.	Листья и корни	1 450	16,5	23 925	37,10	53 795	Дикорастущее и культурное
Богородская трава (чабрец) *6 <i>Thymus serpyllum</i> L.	Трава	72	27,5	1 980	56,9	4 096	Дикорастущее
Валериана *7 <i>Valeriana officinalis</i> L.	Корни	1 450	105	152 250	236,2	342 490	Дикорастущее и культурное
Горицвет *8 <i>Adonis vernalis</i> L.	Трава	400	40,5	16 200	91	36 440	Дикорастущее
Крушина *9 <i>Rhamnus frangula</i> L.	Кора	160	36	5 760	81	12 960	Дикорастущее
Ландыш *10 <i>Convallaria majalis</i> L.	Цветы, листья без цветов, корни	1 800	24	43 200	54	97 200	Дикорастущее
Малина *11 <i>Rubus idaeus</i> L.	Ягоды	1 000	90	90 000	202,5	202 500	Дикорастущее и культурное
Мандрагора (скополия) *12 <i>Scopolia carniolica</i> Jacq.	Корни	880	35,3	31 064	70	61 600	Дикорастущее
Можжевельник *13 <i>Juniperus communis</i> L.	Ягоды	160	51	8 160	114,7	18 352	Дикорастущее
Мыльнянка *14 <i>Saponaria officinalis</i> L. <i>Gypsophila paniculata</i> <i>Acanthophyllum</i> sp.	Корень	400	45	18 000	101,2	40 480	Дикорастущее
Мята перечная *15 <i>Mentha piperita</i> L.	Листья	1 020	7,5	7 650	16,9	17 238	Культурное
Мак опийный *16 <i>Papaver somniferum</i> L.	Опий (млечный сок, содержащий 10% морфия)	28 000	33,6	940 800	100	2 800 000	Культурное
Наперстянка *17 <i>Digitalis purpurea</i> L.	Листья	1 050	6,40	6 720	20	21 000	Культурное

\*1 Район заготовок: УССР, РСФСР, БССР; экспортируется; план заготовок (1930 г.) 330 т. \*2 Район заг.: УССР, РСФСР, ЗСФСР; встречается по всему СССР; план заг. (1930 г.) 348 т; желателен переход к культуре; план на 1931 год намечен в 105 га. \*3 Район заг.: ЦЧО, Среднее Поволжье, УССР; в графе «план 1932/33 г.» приведены цифры потребности для медицины; кроме того имеет большой спрос как технический и экспортный материал; план заготовок на 1930 г. намечен в 2 700 га, а на 1931 г. до 9 000 га. \*4 Район заг.: УССР, БССР, ЗСФСР; по содержанию алкалоидов продукт, получаемый из восточной части РСФСР (Саратов) и на Кавказе, богаче продукта, получаемого из запад. части РСФСР; содержание алкалоидов соответственно: 0,161 и 0,173% против 0,05%; план заг. дикораст. (1930 г.) 241 т; экспортируется. \*5 Район распространения дикорастущего растения: Крым и Кавказ; район культуры: Крым, УССР, РСФСР (Поволжье); общая площадь под культурой 300 га; план заг. (1930 г.) 25 т; экспортируется. \*6 Район заг.: УССР, ЦЧО. \*7 Район заг.: РСФСР, УССР, ЗСФСР; пока главный источник заготовок—дикорастущее растение; план заг. (1930 г.) 275 т; культура широко развивается; площадь, занятая под эту культуру в 1930 г., 560 га, на 1931 г. намечено 820 га; экспортируется. \*8 Район заг.: УССР, ЦЧО, Урал, Сев. Кавказ и Крым; план заг. на 1930 г. 240 т. \*9 Район заг.: РСФСР, УССР, БССР; план заг. (1930 г.) 1 020 т. \*10 Район заг.: УССР, БССР, Сев. часть РСФСР; план заг. (1930 г.) 90 т. \*11 Район заг.: Сев. и Зап. обл., ЦПО, Нижегород. край, Урал и Сибирь; б. ч. собирается с дикорастущих растений, реже с культурных; план заг. на 1930 г. 141 т. \*12 Район заг.: Сев. Кавказ, Закавказье; план заг. (1930 г.) 100 т. \*13 Район заг.: Северн. обл., Урал, БССР; план заг. (1930 г.) 600 т. \*14 Район заг.: *Saponaria officinalis* и *Gypsophila paniculata*—УССР и *Acanthophyllum* sp.—Узбекистан и Таджикистан; имеет техническое применение (халва); экспортируется; план заг. (1930 г.) 460 т. \*15 Район культуры: УССР (основной р., 85% всей площади), Сев. Кавказ и ЦЧО (новые р.); широкий спрос для технич. целей (получение эфирного мятного масла); план контрактиции в 1930 году 8 000 га, в 1931 г. 10 000 га. \*16 Район заг.: Днестрысу (Семиречье), Казакстан, Чимент, Киргизия; площадь пос. на 1930 г. 15 000 га; экспортируется в виде опия; в СССР (на заводе Госмедторгпрома) получают из него: морфий, кодеин, героин, дионин; до 1914 г. являлся импортным товаром. \*17 Район культуры: УССР, БССР, ЦЧО и ЦПО; площадь пос. (1930 г.) 135 га.

Табл. 2. — Внутренняя потребность СССР в лекарств. растениях. (Продолжение.)

Название растения	Какая часть заготавливается	Цена за 1 т в руб.	План 1928/29 г.		План 1932/33 г.		Примечание
			Количество в т	Стоимость в руб.	Количество в т	Стоимость в руб.	
Папоротник *18 <i>Aspidium filix mas Rich.</i>	Корневище	270	225	60 750	506,2	136 674	Дикорастущее
Плаун (Дикоподий) *19 <i>Lycoperidium clavatum L.</i>	Споры	3 650	48,6	177 390	109,3	398 945	Дикорастущее
Полынь *20 <i>Artemisia Absinthium L.</i>	Трава	150	10	1 500	22,5	3 375	Дикорастущее
Полынь цитварная *21 <i>Artemisia cina Berg.</i>	Не распустившиеся цветочные головки	3 900	33	128 700	100	390 000	Дикорастущее
Ромашка аптечная *22 <i>Matricaria chamomilla L. (Chrysanthemum chamomilla)</i>	Цветы	1 020	81	82 620	182,2	185 844	Дикорастущее и культурное
Солодка (лакричник) *23 <i>Glycyrrhiza glabra L.</i>	Корни	140	720	100 800	1 620	226 800	Дикорастущее
Спорынья *24 <i>Claviceps purpurea Tu.</i>	Рожки (Scales conium)	1 800	66	118 800	148,5	267 300	Дикорастущее (паразитич. гриб на полевых злаках)
Тимьян обыкновен. *25 <i>Thymus vulgaris L.</i>	Трава	650	7,5	4 375	16,9	10 985	Культурное
Тмин *26 <i>Sarum carvi L.</i>	Плоды	750	15,03	11 272	33,8	25 350	Дикорастущее и культурное
Толочник *27 <i>Arctostaphylos uva ursi Spr.</i>	Листья	200	30	6 000	67,5	13 500	Дикорастущее
Черёда *28 <i>Bidens tripartita L.</i>	Трава	300	10	3 000	22,5	6 750	Дикорастущее
Черника *29 <i>Vaccinium Myrtillus L. (на Кавказе—V. arctostaphylos)</i>	Ягоды	1 400	115	161 000	258,7	362 180	Дикорастущее
Шалфей *30 <i>Salvia officinalis L.</i>	Листья	750	72	54 000	162	121 500	Культурное
Золотая печать *31 <i>Hydrastis canadensis L.</i>	Корни (Radix Hydrastidis)	14 500	18	261 000	40,5	587 250	Импортные растения
Горечавка *31 <i>Gentiana lutea L.</i>	Корни	550	11,2	6 160	25,2	13 860	
Ревень *31 <i>Rheum palmatum L. var. tanguticum Max.</i>	Корни	2 500	11,2	28 000	25,2	63 000	
Сенег *32 <i>Polygala senega L.</i>	Корни	7 250	11,2	81 200	25,2	182 700	

\*18 Район заг.: С.-з. область РСФСР и Закавказье. \*19 Район заг.: БССР, РСФСР (Урал, Сев. р., и Нижегород. край и Зап. обл.); план заг. (1930 г.) 184 т; экспортируется. \*20 Район заг.: УССР, БССР, Ср. и Нижн. Волга, ЦЧО; экспортируется; план заг. (1930 г.) 39 т. \*21 Район заг.: Ср. Азия, Кавказ; экспортируется в больших колич. в виде сантонина; план заг. на 1930 год 8 т, 1932/33 г.—11 т. сантонина. \*22 Район заг.: УССР, Крым; район культуры: УССР, Крым, Сев. Кавказ и РСФСР (ЦЧО, ЦПО, Поволжье); под культурой ромашки занято в 1930 году 220 га, на 1931 г. намечено 450 га; экспортируется. \*23 Район заг.: Дагестан, Урал (лучший по качеству товар) и Ср. Азия; крупный экспорт: в 1925 г. 350 т (90 250 р.); в 1930 г. намечено заготовить 17 000 т. \*24 Район заг.: БССР, Сев. часть РСФСР, Сибирь; экспортируется; в 1925 г. вывезено 50 т (на сумму 156 000 р.); план заг. (1930 г.) 206 т. \*25 Район культуры: УССР, Сев. Кавказ, ЦЧО; имеет большое технич. применение (получение эфирного масла). \*26 Район заг.: Татарстан; район культуры: УССР и РСФСР (ЦЧО, ЦПО, Поволжье); большое технич. применение; экспортируется; план контрактиции на 1930 г. 1 750 га, на 1931 г. 2 100 га. \*27 Район заг.: РСФСР (Сев. часть, Зап. обл.); имеет техническое применение (дубитель); план заг. (1930 г.) 85 т. \*28 Произрастает по всему СССР. \*29 Район заг.: преимущественно Сев. часть РСФСР; план заг. (1930 г.) 612 т; экспортируется. \*30 Район заг.: УССР, ЦЧО, Сев. Кавказ; экспортируется; общая площадь по плану контрактиции в 1930 г. 200 га, в 1931 г. 216 га. \*31 Опыты культуры этих растений в СССР дали положит. результаты и в настоящее время приступлено к закладке промышленных площадей в районе ЦПО. \*32 Возможна акклиматизация в СССР.



хим.-фармац. ин-та. В табл. 2 приведены данные о размерах и путях заготовок Л. р. и соотношение к внутренним потребностям аптек, 3-дов галеновых препаратов и хим.-фармац. 3-дов; данные касаются только тех Л. р., потребность в к-рых превышает 10 т. Общая потребность определяется в 89 видов Л. р. нашей флоры и по плану на 1928/29 г. выражалась в 3 800 т, на сумму 2 833 000 р., а на 1932/33 год—49 721 т, стоимостью в 21 753 000 р. Потребность в 37 видах Л. р., не растущих в СССР дико и пока не культивируемых у нас в заметных количествах, выражалась по плану на 1928/29 г. в 645 т, на сумму 1 000 000 р., на 1932/33 г. намечено 1 158 т, на сумму 2 034 000 р.

*Лит.*: Обухов А. П., Лекарственное сырье СССР, его заготовка и сбыт, Москва, 1927 (приведена лит., 179 назв.); Шассе Е. и Сацыперов Ф., Лекарствен. и лекарств.-технические растения СССР, Москва, 1927 (приведена лит., 175 назв.); Бекетовский И. Д. Н., Лекарственные растения, их культура и сбор, Л., 1926; Пашкевич В. В., Лекарств. растения, их культура и сбор, М.—Л., 1930; Варлих В. Н., Русские лекарств. растения, Атлас и ботанич. описание, СПб, 1912; Ворошилов Н. Н., Практич. руководство к разведению важнейших лекарств. трав, М., 1925; Клигел А. Г., Лекарств., душистые и технические растения, П., 1916; Крейер Г. К., Могилевская опытная станция лекарственных растений, ее организация и деятельность до 1923 г., ч. 1, Могилев, 1925; его же, Исследовательская работа Могилевской опытной станции за 1921—1925 гг., Могилев, 1926; Львов Н. А., Краткий сводный отчет за 1916—27 гг., «Труды Лубенской опытной станции по культуре лекарственных растений», вып. 7, Лубни, 1929; Крейер Г. К., Главнейшие достижения в области изучения лекарственных растений и их культуры, Достижения и перспективы в области прикладной ботаники и селекции, «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции», Ленинград, 1929; Лекарственные и технические растения СССР, «Труды I Всесоюз. совещания по лекарств., технич. растениям и лекарств. сырью 1925 г.», М., 1926; Львов Н. А., Лубенская опытная станция по культуре лекарств. растений, Достижения с.-х. опытных станций Украины, Харьков, 1928; Львов Н. А. (Львов М. О.), Лубенская досвідна станція для культури лікарських рослин, «Бюлетень УКОПС «Продукційні сили України», Всеукраїн. Академія Наук, бюл. 2, Київ, 1929; D r a g e n d o r f f S., Die Heilpflanzen d. verschiedenen Völker u. Zeiten, Stg., 1898; T s c h i r c h A., Handbuch d. Pharmakognosie, Lpz., 1916; «Heil-u. Gewürzpflanzen», Mch., 1917—30, В. 1—13. Н. Львов.

**ЛЕМОНГРАССОВОЕ МАСЛО**, эфирное масло, получаемое отгонкой с водяным паром из надземных частей лимонного сорго. Торговый сорт, известный также под названием остиндского вербенового масла, получается из *Andropogon flexuosus*, а вестиндское лемонграссовое масло из *A. citratus*. Первое вырабатывается почти исключительно в Индии (Траванкоп) на мелких кустарных установках, а второе—в Индокитае, на Филиппинах и в других странах. Главная составная часть Л. м.—цитраль,  $C_{10}H_{16}O$  (70—80%); установлено также присутствие цитронеллала, нормального депилового альдегида, метилгептенона, гераниола, линалоола, дипентена, лимонена, мирцена. Выход масла колеблется от 0,2 до 0,3% от веса свежего растения, что соответствует 240—300 кг масла с 1 га. Главнейшими странами-производителями являются: Британская Индия (вывоз 1926/27 г. ~270 000 кг), Индокитай (вывоз ~40 000 кг), франц. западная Африка (10 000 кг) и Мадагаскар (17 000 кг).

Непосредственно Л. м. применяется в парфюмерно-мыловаренном производстве, при выработке косметических изделий и т. п. Огромное значение Л. м. имеет как исход-

ный продукт для получения цитраля, в свою очередь служащего полупродуктом для производства искусственного лимонного масла и в особенности для производства *иона* (см.). Перспективы получения Л. м. в СССР можно считать благоприятными, т. к. на черноморском побережьи Кавказа, в частности в Абхазии, опыты акклиматизации различных видов *Andropogoneae*, начатые в начале прошлого десятилетия, дали вполне удовлетворительные результаты. Потребность СССР в Л. м. определяется примерно в 25 т, включая сюда и количество Л. м., необходимое для производства иона и метилиона.

*Лит.*: Крастелевский В. А., «Труды Научного химико-фармацевтич. ин-та», М., 1925, вып. 11; Тимофеев И. П., там же, 1924, вып. 10; Малеев, «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции», Л., 1928/29, т. 21, вып. 2; Rutowski u. Winogradowa J., «Die Riechstoffindustries, Lpz.», 1929, В. 4; см. также *Эфирные масла*. Б. Рutowский.

**ЛЕН** обыкновенный, *Linum usitatissimum*, растение семейства *Linaceae*. Из стеблей льна добывают *волокна прядильные* (см.), а из семени его *льняное масло* (см.). Л. распространен очень широко. Он произрастает начиная от Индии и кончая почти Ледовитым океаном; возделывается и в горах; относительно нетребователен к климату и почве. Однако промышленное льноводство ограничивается небольшим числом районов. В Зап. Европе (Бельгия, Голландия, Германия, Чехо-Словакия) культура Л. остается в крайне ограниченных размерах, для получения гл. обр. высоких и дорогих сортов волокна. Л. получил широкое распространение в северной, нечерноземной полосе Европ. части СССР. Здесь он встретил по сравнению с полями З. Европы и Юга относительно бедную почву и менее благоприятный климат. Колыбелью нашего промышленного льноводства считается б. Псковская губ. По площади посева Л. она всегда стояла на первом месте. В начале 18 в. Владимирская губ. выделялась по развитию в ней промышленного механич. бумаготкачества, но с начала 19 в. в связи с распространением механич. бумаготкачества льноводство в ней начинает быстро итти на убыль.

При взгляде на карту распространения льноводства в СССР можно заметить довольно согласованную картину усиленного развития площадей посева Л. в тех именно районах, где нет развития промышленной жизни, а продолжает оставаться лишь одно сел. х-во в его первобытных формах. Надо признать и резко подчеркнуть, что Л. в старых формах постановки его культуры и первичной обработки существовать не может; рано или поздно он должен или изменить эти формы или уйти как промышленная культура с рынка.

В настоящее время в СССР площадь посева льна в круглых цифрах определяется в 1 млн. га. Кроме севера нечерноземной полосы СССР имеет у себя довольно развитую площадь семенного Л., так наз. к уд р я ш а. Посевы последнего развиты главн. обр. на Украине, Сев. Кавказе и ЦЧО. Общий размер посева южного семенного Л. определяется ок. 300 тыс. га. Стебли семенного Л. как правило у нас до настоящего времени не использовались. Лишь в отдельных и крайне ограниченных случаях солома юж-

ного Л. перерабатывается крестьянами на волокно, в главной же массе эта солома сжигается. Сбор семян в зависимости от урожая колеблется от 500 до 1000 кг с 1 га. Встречаются примеры урожая семян в южных районах в 1,5 т. Сбор семян для льна-долгунца в нечерноземной полосе значительно меньше, он колеблется от 250 до 350 кг. Высокий урожай семян в южных районах объясняется редким посевом и способностью Л. давать сильно разветвленный стебель. Высев семян колеблется от 30 до 45 кг на га, в то время как при культуре льна-долгунца высевается семян от 100 до 150 кг. Урожай соломы для южного Л. колеблется от 1,0 до 1,5 т, считая на воздушносухой вес. Урожай соломы Л.-долгунца определяется от 2,5 до 4,0 т. Для культуры Л.-долгунца требуется глубокая и тщательная обработка почвы. Л. требует наличия достаточной влаги в почве, главн. обр. в первый период—от посева до цветения. Основную, глубокую вспашку лучше производить осенью, потому что обработанная с осени почва лучше удерживает снеговую влагу.

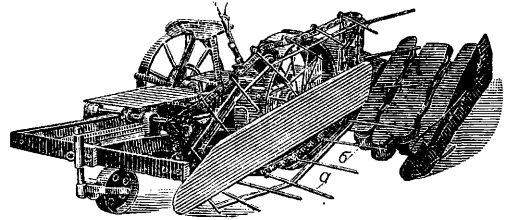
Л. для своего развития требует значительного количества питательных веществ; поэтому вопросу об удобрениях должно уделяться особое внимание. Особенно Л. нуждается в калийных удобрениях (зола, каинит, калийная соль). Из фосфорнокислых удобрений применяют томасшлак, суперфосфат, фосфоритную и костяную муку. Для Л. рекомендуются севообороты с клевером. Клевер считают хорошим предшественником льна, обогащающим почву азотом и улучшающим ее структуру. Л. по клеверу дает более высокие урожаи волокна и семян, чем на мягкой земле после хлебов. Л.-долгунец требует для своего полного развития от посева семян до уборки стеблей 85—95 дней и суммы тепла в 1 600—1 850° (по Крафту).

Уборка Л. с поля производится вручную, простым выдергиванием (терелением) стеблей из почвы. Для южного семенного Л. практикуется обычно скашивание. Поскольку солома южного Л. в настоящее время не используется для нужд текстильной промышленности, машинная уборка скашиванием может иметь место. При Л.-долгунце, стебли которого являются основным урожаем, необходимо убирать стебли целыми и неповрежденными. Ручное теревление Л. является самой дорогой операцией в культуре Л. Если принять, что все операции по культуре Л. требуют около 60 рабочих дней, то на долю теревления приходится 25—30 дней, т. е. 50% всего затрачиваемого труда.

Взамен ручного теревления в свое время был предложен ряд теревильных машин (Маршала, Пуш-Томбилля, Фармаковского и др.). На них возлагалось много надежд, но ни одна из них не оправдала ожиданий. Только в последнее время построены машины Сунена и Ванстеенкисте. Для первого практич. решения вопроса конструкция этих машин является удовлетворительной; производительность машины—около 2 га Л. в рабочий день при относительно небольшой затрате мощности (около 2 НР). Хотя в новых предложенных машинах есть еще ряд недостатков, но т. к. за границей они изготовля-

ются уже серийно и на них строящими фирмами получены крупные заказы, то это обстоятельство гарантирует улучшение конструкции теревильных машин в ближайшее время. Теревильной машиной можно пользоваться для крупных хозяйств (колхозов и совхозов).

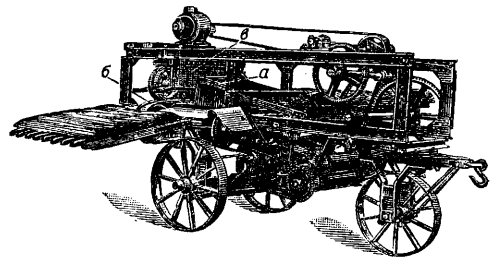
Машина (фиг. 1) состоит из двух частей. Первая часть, к-рая приподнимает стебель,



Фиг. 1.

имеет группу стержней или игл *a*. Последние запускаются в льняное поле и приподнимают стебли, которые захватываются двумя бесконечными ремнями *б*. В этот момент стальные пальцы освобождают стебель, давая полную свободу дергания.

Для проведения следующей операции—отделения семян предложен тоже ряд машин (Маршала, Хаазе, Кюхенмейстера). Но все эти конструкции имели мало успеха. Лучшей из них оказалась машина конструкции Ванстеенкисте, т. н. р и ф е л ь н а я м а ш и н а (фиг. 2). Она состоит из подвижного гребня *a* с иглами, к-рый аналогично обычному



Фиг. 2.

ручному гребню производит очесывание семенных головок Л. Льняные стебли подводятся под гребень двумя бесконечными ремнями *б*, поверхности которых прижимаются друг к другу особыми роликами с пружинами *в*. Стебли настилаются и подаются в ремень тонким слоем. Машина требует для приведения ее в работу 3 НР, а с аппаратом для вязки снопов 4 НР.

Машина Гельштейна (изобретение, сделанное для совхоза Полонное Псковского района) состоит из деревянного вращающегося круга, на к-ром расположены специальные зажимы для Л. По краям круга с двух противоположных сторон расположены барабаны с иглами, которые и производят очесывание семенных головок. При работе этой машиной, в отличие от всех других, отпадает необходимость развязывания снопов Л. Снопы Л. подаются прямо в зажимы, которые сами в определенные моменты открываются и закрываются. Зажатый Л. подводится под действие игл барабана и т. о. производится очесывание головок. Производительность ма-

шины Гельштейна приблизительно совпадает с производительностью машины Ванстеенкисте (ок. 5 т соломы). На Станции лубяных волокон было произведено испытание машины Гельштейна. Для испытания были взяты средн. сорта льняной соломы. Результаты испытания по выходам представлены в табл. 1.

Табл. 1. — Сравнительные выходы при отделении семян машиной Гельштейна и ручным очесыванием (в %).

Выход	Машина Гельштейна	Ручное очесывание на гребнях
Очесанная солома . . .	70,1	65,0
Семенные головки . . .	24,5	26,9
Путанина . . . . .	3,2	6,7
Угар . . . . .	2,2	4

Вес отдельных снопов льна при испытании колебался в пределах от 0,75 до 1,6 кг. Расход мощности при работе данной машины определяется в 2 HP.

Для получения волокна в настоящее время в СССР начинает распространяться заводская первичная обработка. Последняя при полном цикле операций составляет: 1) из тепловой мочки, 2) естественной сушки и 3) механич. обработки. Тепловая мочка, представляющая собою биологическ. процесс разложения пектиновых веществ, производится в железобетонных баках при  $t^{\circ}$  от 30 до 35°. Процесс разложения требует около трех суток и тридцатикратного по отношению к весу льняной соломы расхода воды. Устройство баков принято бельгийского типа. Емкость каждого бака рассчитывается на 5 т льняной соломы. Процесс тепловой мочки в последнее время изучается с разных сторон; основным направлением этого изучения является создание аэробного процесса при помощи азотобактера. В этом случае сильно понижается кислотность мочильной жидкости, уменьшается расход воды, а продолжительность процесса вместо 3 суток падает до 24—48 ч. Параллельно тепловой мочке изучаются способы химической обработки. Варка льняной соломы в котлах в одной воде без прибавления реактивов под давлением 2,5 атм в течение 5 ч. дает хорошее выделение волокна. Результаты специально поставленных на Станции лубяных волокон сравнительных опытов тепловой мочки и варки в котлах приведены в табл. 2.

Табл. 2. — Сравнительные данные обработки льна (тепловая мочка и варка в котлах).

Способ обработки	Происхождение соломы	Выход волокон в %		Средний № трепаного волокна		№ соломы
		длин.	корот.	длин.	корот.	
Варка Мочка . . .	Югская контр.	18,8	3,6	22,3	3	4,18
	»	16,8	7,6	24,5	2	4,30
Варка Мочка . . .	Смоленск. крест.	20,6	5,0	20,8	2	4,25
	»	19,51	5,7	19,9	2	4,00
Варка Мочка . . .	Смоленск. контр.	17,7	5,6	22,9	2	3,96
	»	16,4	5,7	20,0	2	3,39

Таблица показывает, что варка соломы во всех случаях дала более высокий выход

длинного волокна и меньший выход короткого волокна, за исключением обработки высокосортных солом (Югский район), для к-рых опенка по номеру длинного волокна получена выше при тепловой мочке. В конечном итоге, учитывая номера соломы, имеем почти одинаковые результаты при двух разных способах обработки. В настоящее время при организации заводской первичной обработки льна распространенным способом является тепловая мочка. Все другие способы по экономическому эффекту уступают этому способу.

По окончании процесса тепловой мочки выгруженные из баков льняные стебли обладают высокой влажностью—ок. 320—380% от веса стеблей. Для облегчения процесса сушки применяется отжимание стеблей при помощи пресса. Пресс состоит из двух пар вращающихся валиков: бронзовых, — чтобы предохранить материал от ржавчины при удалении кислой мочильной жидкости, и резиновых, с эластичной поверхностью, — на к-рые поступают уже прошедшие через первую пару валиков стебли. Валики находятся под действием сильных пружин; влажность стеблей после пропуска через пресс падает до 180—220%. Стебли при этом распушаются, а волокно очищается от слизи и неразложившихся веществ и выходит в конечном итоге более тонким и светлым. Волокно при отжимании прессом несколько теряет в крепости по сравнению с неотжатым льном. Пресс требует мотора в 5 HP и пропускает за рабочую смену ок. 5 т стеблей.

После пресса стебли поступают на сушку. Предложенные различными специальными машиностроительными заводами искусственные сушилки («Даква», «Рapid» и др.) оказались настолько невыгодными в работе, что пришлось совсем отказаться от применения искусственной сушки и перейти на естественную. Искусственные сушилки для мокрого льна требуют затраты около 30 HP на приведение в работу моторов при вентиляторях, ок. 3 кг пара на каждый кг испаряемой влаги и 5—6 рабочих для обслуживания, между тем как производительность сушилки равняется только ок. 1,5—2,0 т сухих стеблей в рабочий день. Если при этом принять во внимание высокую стоимость сушилок, большие их размеры и пониженное качество волокна по сравнению с естественной сушкой, то станет понятным отказ от применения искусственной сушки. Естественная сушка льна на полях может иметь место лишь в летние месяцы (от 150 до 180 дней в году). Таким образом работа завода принимает сезонный характер, с организацией вместе с сушкой только летней тепловой мочки.

Для механич. обработки Л. 3-ды первичной обработки как основной машиной используются комбинированной мяльно-трепальной машиной, т. н. швингтурбиной. Появившаяся на немецк. рынке в 1925 г. швингтурбина Ванстеенкисте сразу же начала вытеснять старые кустарные машины для обра-

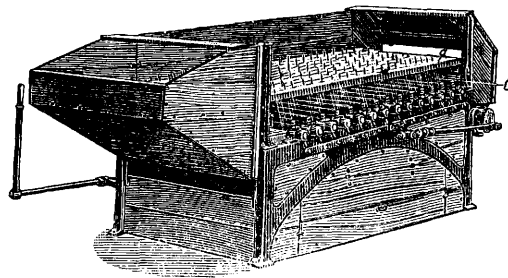
ботки льна, мялки и трепальные колеса и создала базу для индустриализированной обработки Л. За последние годы швингтурбина получила ряд конструктивных изменений, улучшающих ее работу. Она состоит из двух частей: 1) мялки и 2) трепального аппарата. Мялка имеет несколько пар рифленых валиков и служит для изламывания древесных стеблей. Мялка в основном почти не отличается от прежних старых мялок и конструкция ее вообще мало разработана и неудовлетворительна. Это—слабое место швингтурбины как целой машины. Трепальный аппарат состоит из двух частей: 1) зажимного транспортирующего питателя и 2) трепальных барабанов. Транспортирующий питатель расположен над трепальными барабанами и представляет собою бесконечный ремень, скользящий по балке. Ремень прижимается к балке целым рядом роликов с пружинами. Назначение питателя—все время передвигать крепко зажатую горсть льна между трепальными барабанами. Два трепальных барабана заключены в коробку и расположены параллельно друг другу. Рабочим органом трепальных барабанов являются бильные планки или ножи, которые при своем вращении скользящим ударом очищают проходящий между ними тонкий слой Л. от изломанной на мялке древесины (к о с т р ы) и короткого волокна (п а к л и). Работа швингтурбины состоит в следующем. Стебли Л. после мочки или стланья, т. наз. т р е с т а, отдельными небольшими горстями подаются сначала в мялку. Проходя между зажатými рифлеными валиками, треста изминается и затем поступает на бесконечное полотно, к-рое подводит Л. под зажимный питатель. Здесь лен одним концом своим, комлевой частью, крепко зажимается и, увлекаемый движущимся ремнем, скользит по балке, причем второй конец горсти Л., верхушечная часть, спускаясь вниз, подводится под действие трепальных барабанов. По выходе из зажима очищенным оказывается один конец горсти Л. Для отрепывания второго конца, бывшего в зажиме, в швингтурбине имеется рядом стоящая аналогичная вторая пара трепальных барабанов. Очищенная часть Л. из вертикали. направления принимает горизонтальное и попадает под второй зажим, расположенный под другой парой трепальных барабанов. Зажатая комлевая часть Л. освобождается от своего зажима и входит между трепальных барабанов. По выходе из последних получается готовый отрепанный Л., который после предварительной сортировки поступает на склад.

Вследствие качественного разнообразия льна и необходимости придания ему различных степеней обработки швингтурбина сконструирована т. о., что можно изменять интенсивность механического воздействия трепальных барабанов. Это достигается различной скоростью, к-рую можно придавать зажимному транспортирующему питателю (в пределах от 8 до 15 м/мин). Кроме того можно изменять число оборотов трепальных барабанов в пределах от 180 до 300 об/мин. Комбинируя скорость транспортера и число оборотов барабана, можно обрабатывать различные льны для получения максимальных

выходов длинного волокна. Производительность швингтурбин в среднем равна 2,5 т тресты за 7 ч. работы. Выход длинного волокна в зависимости от качества тресты колеблется от 12 до 20%. Средним нормальным выходом длинного волокна считают 13% (от первоначального веса немоченой соломы). Швингтурбина требует затраты мощности в 8 НР, а с обеспыливанием—15 НР. Для обслуживания машины необходимо 6 рабочих.

Костра и короткое волокно (пакля) падают вниз под турбину и обычно транспортером выводятся для дальнейшей очистки, которая заключается в отделении древесных частей (костры) от пакли. Эта операция производится на трясилках. Систем тряслок довольно много (Либшера, Кюхенмейстера, завода Грушвиц и других). На фиг. 3 представлена трясилка системы Грушвиц. Трясилка состоит из ряда валиков, в которых укреплены иглы б, приводимые в качательное движение. Материал—волокно с кострой—забрасывается на деревянные планки а, между которыми выступают иглы б валиков. Волокно подбрасывается иглами кверху и в то же время подвигается вперед. Т. о. идет очищение волокна от костры, причем последняя падает под машину.

Очистка пакли на трясильных машинах происходит неполно. Необходимо еще один пропуск через мялку для дальнейшей измельчения костры и потом второй пропуск



Фиг. 3.

через трясилку, или же паклю можно очистить при помощи специальной куделеприготовительной машины. Отходы из-под турбины после очистки или направляются на льняные ф-ки для получения низких номеров пряжи или идут на котонизацию (см.). Нормальным выходом очищенной пакли на заводах первичной обработки считают 7% от первоначального веса немоченой соломы. Общий выход волокнистых веществ (длинного волокна вместе с коротким) получается 20% от веса соломы.

При условии надлежащего сырья (льняной соломы № 3 и выше) описанная система заводской первичной обработки представляет собою экономически рентабельное производство. В СССР за последние годы начало быстрым темпом развиваться строительство 3-дов первичной обработки Л. Для низкосортных Л., в частности Л.-кудряша, выдвигается другой способ обработки—декорткация стеблей. Декорткация имеет в виду получение луба без предварительной мочки, лишь одним механич. путем. Для декорткации применяют агрегат, состоящий из мялки и трясилки. Выход лу-

ба—около 30% от веса стеблей. Луб может быть направлен на изготовление вязочного шпагата или на катонизацию.

Станция лубяных волокон совместно с Ин-том древесины провели ряд опытов получения из низкосортных стеблей Л.-кудряша оберточных бумаг, картона и белых тонких бумаг. Эти опыты (кроме лабораторных исследований) были поставлены и в большом масштабе на Понинковской писчебумажной ф-ке Укрбумтреста. В конечном итоге получена чистая белая бумага непосредственно из стеблей без предварительной их обработки. Выход бумаги оказался равным ок. 40% от веса взятой соломы, т. е. почти в три раза выше, чем обычный 15%-ный выход низкосортного волокна из этих сортов соломы. При этом бумага получается настолько высокого качества, что расценивается как тряпичные сорта бумаги.

**Экономика.** Статистические данные показывают, что мировая площадь посева Л. колеблется в пределах от 1 до 1,5 млн. га, что видно из следующих данных (в тыс. га).

Годы . . . . .	1860	1881	1897	1907	1913
Площадь . . . . .	1 053	1 408	1 495	1 425	1 415

Приведенные цифры показывают, что, начиная с 1881 г., мировая площадь посева Л. становится как бы стабильной. Если обратиться к распределению льняных площадей по разным странам, то можно заметить резкую картину перехода Л. с полей Зап. Европы в Россию (табл. 3).

Табл. 3. — Изменение посевной площади волокнистого льна.\*

Р а й о н ы	1860 г.	1881 г.	1897 г.	1907 г.	1913 г.
Зап. Европа . . . . .	748 71	482 34	272 18	257 18	177,5 12,6
28 губ. Европ. России	305 29	926 66	1 223 82	1 168 82	1 237,5 87,4

\* Цифры левых столбцов под каждым годом означают тысячи га, а правых столбцов—% к общей площади.

Главнейшими странами в З. Европе, производящими посевы Л., являются Чехо-Словакия, Франция, Бельгия, Англия, Италия, Германия, Голландия. Во всех этих странах к 1913 г. площади посева Л. были приблизительно одинаковые—ок. 25 000 га каждая. По данным последнего времени, мировая площадь посевов Л. представляется в следующем виде (табл. 4, где цифры даны в тех же величинах, что и в табл. 3).

Табл. 4. — Посевная площадь волокнистого льна в 1926 и 1927 гг.

Р а й о н ы	1926 г.		1927 г.	
Зап. Европа . . . . .	228,6	14,5	236,0	14,9
Прибалтийские государства . . . . .	178,7	11,5	182,8	11,6
СССР . . . . .	1 175,8	74,0	1 158,8	73,5

Это положение подтверждается в общих чертах и предварительными данными за 1928 и 1929 гг. Страны Зап. Европы за последние годы по сравнению с 1913 г. несколько увеличили посевную площадь, но увеличение это весьма ничтожно: вся площадь составляет ок. 15% от мировой льняной площади.

Основной массив Л. сосредоточен в СССР, где в 1929 г. площадь под льном составляла 1,2 млн. га, или около 75% всей мировой площади. Если по количеству всей посевной площади СССР перед всеми остальными странами резко выступает на первый план, то по величине урожайности получается обратная картина. Данные, характеризующие урожайность, приведены в табл. 5.

Табл. 5. — Урожайность льна в СССР.

Г о д ы	Семена		Трепаное волокно	
	в ц на 1 га	в % к 1905—11 гг.	в ц на 1 га	в % к 1905—11 гг.
1905—11 . . . . .	2,71	100,0	3,5	100,0
1918—20 . . . . .	2,06	75,8	2,1	60,8
1921—13 . . . . .	2,16	79,7	1,8	50,6
1925 . . . . .	2,41	88,5	2,6	74,3
1927 . . . . .	2,01	70,5	2,0	57,1
1929 . . . . .	2,02	70,8	2,2	62,8

Падение урожайности объясняется главн. обр. сокращением применения минеральных удобрений, временным отсутствием в хозяйствах хороших семян, переходным периодом в переустройстве деревни и неполадками организационно-технич. порядка, успешно изживаемыми в процессе работы. Урожайность льняного волокна в странах З. Европы выражается относительно высокими цифрами, доходящими в Бельгии до 1 т трепаного волокна на га. Такая величина сбора

волокна наблюдалась уже и в СССР, но пока только в исключительных случаях. В совхозах и колхозах, где агропрямия находят широкое применение, урожайность волокна будет значительно повышена по сравнению с имеющимися величинами для частного сектора сельских хозяйств. Что касается качества льняного волокна, то и в этом отношении

русский Л. стоял на последнем месте. Западноевропейский лен на мировом рынке расценивался всегда значительно выше русского. За последние годы вследствие общего недостатка волокнистых материалов на мировом рынке цены на Л. стояли выше довоенных, но соотношение между русским льняным волокном и волокном иностранного происхождения в среднем сохранилось прежним. Ежегодная общая добыча льняного волокна по всем странам выражается следующими данными (в среднем за 1909—1913 гг. в тыс. т):

Страны	Тыс. т	Страны	Тыс. т
Россия . . . . .	438,5	Голландия . . . . .	7,8
Австро-Венгрия . . . . .	36,9	Германия . . . . .	7,0
Бельгия . . . . .	23,0	Италия . . . . .	2,9
Франция . . . . .	18,4	Прочие страны . . . . .	5,0
Великобритания . . . . .	10,8		

В последние годы вследствие падения урожайности русского льна общий баланс соответственно уменьшился.

Избыток русского Л. экспортируется. В довоенное время экспорт Л. (кудели и пакли) выражался в крупных размерах, что видно из следующих цифр (в тыс. т):

Г о д ы	Экспорт средне-годовой
1900—1905 . . . . .	207,0
1905—1910 . . . . .	266,3
1911—1913 . . . . .	294,7

Стоимость экспортированных 294,7 тыс. т льняного волокна достигла около 100 млн. руб., что составляло ок. 9% от валового дохода всего русского экспорта. Величина экспорта в настоящее время представляется в следующем виде (в тыс. т):

Г о д ы	Экспорт	Г о д ы	Экспорт
1922/23 . . . . .	39,89	1925/26 . . . . .	70,30
1923/24 . . . . .	25,67	1926/27 . . . . .	35,64
1924/25 . . . . .	50,35		

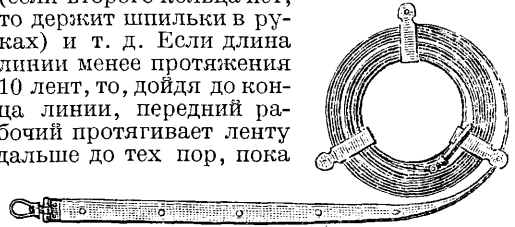
Ненасыщенность иностранного рынка льняным волокном представляет для нас большие возможности в смысле организации крупных льноводческих хозяйств, в которых обобщественные крупные посевы Л. и индустриализация первичной обработки определяют будущий широкий путь развития в СССР льняного дела.

*Лит.:* Вебер К. К., Лен, его возделывание и обработка, СПб, 1891; Всерос. об-во льнопромышленников, Отчеты совета об-ва за 1914, 1915 и 1916 гг., М.; Дебу К. И., Простейшие самодельные машины льновода, Л., 1925; Елагин П. Н., Льноводство, М., 1914; Казанский В. С., Что надо знать сортошвину льна, 2 изд., М., 1925; Опыты тепловой мочки льна, работы хим.-бактер. отдела ЛОС, Москва, 1926; Лазаревич Н. А., Льняное дело в Западной Европе, Лондон, 1921; Митюшин Н. Л., Русские льны. Общие свойства и кооперативный сбыт, М., 1926; Прянишников Д. Н., Культура и первичная обработка льна, 2 изд., М., 1923; Рябов И. И., Новости первичной обработки льна и ивонопли, М., 1926; Чаянов А., Русское льноводство, льняной рынок и льняная кооперация, М., 1918; Льняная опытная станция при Петровской сельскохозяйственной академии, М., 1915—22, вып. 1—4; Атлас чертежей и диаграмм к опытной тепловой мочке, М., 1922; «Труды I Съезда представителей льняного дела 1910 г.», М., 1911; «Труды II Съезда представителей льняного дела 1913 г.», М., 1914; «Труды Съезда представителей льняного дела 1922 г.», М., 1923, вып. 1 и 2; K u h n e r t R., Flachs, seine Kultur u. Verarbeitung, 3 Aufl., В., 1920; R u s c h m a n n - G e r h a r d, Grundlagen d. Rüste, Bücherei der Faserforschung, hrsg. v. F. Tobler, В. 1, Leipzig, 1923.

**И. Рябов.**

**ЛЕНТА МЕРНАЯ** служит для измерения линий на местности при разного рода топографических и геодезических работах. В своем простейшем виде Л. м. применяется в землеустройстве, где она совершенно вытеснила традиционную 10-саженную цепь. Л. м. (см. фиг.) изготовляется из специальной гибкой полосовой стали шириной ок. 20—30 мм и толщиной ок. 0,6—1,0 мм; вся длина Л. м. делится метками на метры и дециметры. Л. м. снабжается комплектом шпилек (числом 10), сделанных из толстой негнущейся проволоки и надетых на такое же проволоочное кольцо. Длина Л. м. между крайними метками около крючка и ручки 20 м. При хранении и перевозке Л. м. собирается спиралью в кольцо, стягиваемое особыми об-

мицами. При измерении линии начальную метку (пулевую) совмещают с началом линии; Л. м. вытягивают вдоль линии и передний рабочий ставит шпильку против своей крайней метки. Передний рабочий тянет ленту вперед после того, как поставит шпильку; рабочий у заднего конца ленты доходит до первой шпильки, поставленной передним рабочим; к этой шпильке подтягивается конец ленты; ленту кладут по створу линии и натягивают; передний рабочий ставит вторую шпильку, а задний, вынув первую шпильку, надевает ее на кольцо (если второго кольца нет, то держит шпильки в руках) и т. д. Если длина линии менее протяжения 10 лент, то, дойдя до конца линии, передний рабочий протягивает ленту дальше до тех пор, пока



задний рабочий не подтянет пулевую метку к последней поставленной шпильке; по отметке у конца линии отсчитывается часть последней ленты. Длина линии вычисляется по формуле:

$$d = 20b + c,$$

где  $b$ —число шпилек у заднего рабочего и  $c$ —часть последней ленты. В случае измерения длинных линий через каждые 10 мерных лент происходит передача шпилек, что отмечается в журнале производителя работ. Общая длина линий вычисляется по следующей формуле:

$$d = 200a + 20b + c,$$

где  $a$ —число передач полного комплекта шпилек,  $b$ —число шпилек у заднего рабочего после последней передачи и  $c$ —часть ленты, отсчитанная по меткам ленты от последней шпильки заднего рабочего до конца линии; часть длины последней ленты отсчитывается с точностью до 1 см, причем эти последние оцениваются разделением на-глаз на 10 частей последнего 0 м ленты.

Перед практич. применением Л. м. компарируется, т. е. ее длина сравнивается с известной длиной нек-рой ленты на специально устраиваемых для этой цели приспособлениях. Для той же цели применяются полевые *компараторы* (см.). Главная палата мер и весов в Ленинграде, а также и другие специальные учреждения принимают на себя сравнение Л. м. с требуемой точностью, имея в виду соответствующие цели их применения. В зависимости от знака поправки к длине Л. м. вводится поправка и в длину линии, измеренной на местности, причем здесь м. б. следующие случаи: если измеряется неизвестная длина линии, отмеченная на местности двумя точками, то ставится знак поправки плюс, если мерная лента длиннее 20 м, и знак поправки минус—если она короче; наоборот, если отмеряется на местности длина линии, наперед заданная, то—знак поправки минус, если длиннее 20 м, и плюс—если она короче. Однако эти поправки вводятся лишь в том случае, если их величина превышает допускаемую ошибку измерения,

к-рая принимается в  $\frac{1}{2000}$  измеренного расстояния. Обычно поправка к длине ленты, не превышающая  $\pm 5$  мм, в расчет не принимается. В случае применения Л. м. для более точных измерений к ней предъявляются более строгие требования в отношении компарирования. Далее, когда погрешности измерения хотят понизить до  $\frac{1}{40000}$  и даже до  $\frac{1}{50000}$  длины (полигонометрии, базы малых триангуляций), применяются так называемые штриховые ленты, к-рые отличаются тем, что на концах (обычно на крайних дециметрах) имеют вспомогательные шкалы на 8 см, надписанных от нуля до восьми и разделенных на мм и см (обе шкалы в одну сторону). Эти шкалы особым способом протравляются хотя бы и на простой стальной Л. м. В этих случаях порядок измерения линий в поле соответственно изменяется и несколько усложняется. Во-первых, фиксация концов ленты делается с большей точностью; для этого предварительно по линии забиваются колья с гвоздиками, у которых шляпки плоские и гладкие; на них делаются легкие нарезки острым ножом против нулевых штрихов каждой положенной на местности ленты. Привычные наблюдатели предпочитают делать отсчеты по шкалам от нуля шкалы до метки на гвозде, а нарезки на шляпках гвоздей размещают произвольно, т. е. не точно против конца ленты, причем отсчеты делаются с точностью до 0,1 мм на глаз. Расстояние  $D$  между штрихами соседних колец выразится длиной ленты  $L$  с прибавлением или скидкой измеренных отрезков. Обычно подряд делают три пары таких отсчетов на каждом пролете и работают двумя лентами. В среднем из всех отсчетов и получается длина каждого пролета, считаемая между штрихами на шляпках гвоздей. Колья иногда заменяют специальными башмаками, которые расставляют и переносят вдоль линии. Во-вторых, Л. м. подвергается определенному натяжению при помощи динамометров с силой от 15 до 20 кг. При таком же натяжении конечно Л. м. и компарируется. В-третьих, головки колец или целики башмаков нивелируются, и затем вычисляется приведение к горизонту по известной ф-ле:

$$\Delta L = \frac{h^2}{2L},$$

где  $h$  — разность высот между соседними кольями и  $L$  — приближенная длина ленты. Для получения этого приведения к горизонту легко вычислить специальные таблички. Наконеч учитывается температура ленты и вводится поправка  $\Delta$ , которая вычисляется по формуле:

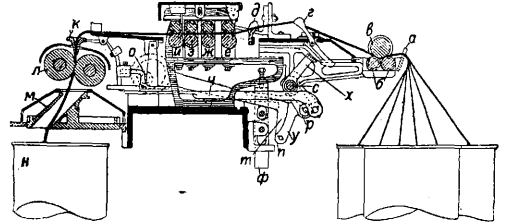
$$\Delta = 0,000013 (t_n - t_k) L,$$

где 0,000013 — коэф. линейного расширения стали,  $t_n$  — темп-ра ленты в поле,  $t_k$  — то же при компарировании. Поправка за  $t^\circ$  является слабым местом метода измерений линий стальными лентами, так как действительную  $t^\circ$  самой Л. м. получить очень трудно. Единственным средством, наиболее гарантирующим требуемую точность измерения, является работа в поле при пасмурной погоде или при густой и непрерывной облачности. При этих условиях можно рассчитывать на полу-

чение достаточно надежных результатов. Измерение линий штриховыми лентами указанными выше способами обычно производится дважды — туда и обратно, что и дает вполне достаточный контроль. Работа в поле требует не менее трех наблюдателей и для каждого случая измерения соответственного числа рабочих.

Лит.: Витковский В. В., Топография, 3 изд., М., 1928; Соловьев С. М., Основной курс низшей геодезии, 2 изд., ч. 1, М., 1928. О. Дитц.

**ЛЕНТОЧНАЯ МАШИНА** применяется в прядильном производстве для обработки ленты (полуфабриката), из к-рой в дальнейшем получается пряжа, и служит для выравнивания ленты по толщине, для параллелизации волокон и распрямления их по длине. Выравнивание на Л. м. достигается сложением (дублированием) нескольких лент вместе, причем неровности поступающих лент, взаимно комбинируясь, в значительной мере сглаживаются и уничтожают-



ся, отчего выходящая лента получается более равномерной. Одновременно производится и вытягивание ленты. Под действием возникающих при этом сил трения волокна распрямляются и располагаются параллельно друг другу. Несколько лент, соединяясь в одной воронке, проходя и вытягиваясь вместе, образуют т. н. выпуск. Несколько выпусков, расположенных на одной общей раме, представляют собой головку Л. м., к-рая в соответствии с расположением по ходу производственного процесса называется 1-й головкой Л. м., 2-й и т. д.

В хлопкопрядильном производстве в одном выпуске соединяется 6—8 лент. Вытяжка равна или несколько меньше числа соединяемых лент. Каждая головка имеет 6—8 выпусков. Лента в зависимости от сорта и номера пряжи проходит 2—4 головки (в последнее время союзные ф-ки при выработке средних номеров пряжи сокращают количество головок Л. м. при соответствующем понижении скоростей).

На фиг. представлен разрез Л. м. хлопкопрядильного производства. Лента с кардочесальной машины (см.) или гребнечесальной машины из газов проходит через отверстие направляющей доски  $a$  между парой цилиндров  $b$  и валиком  $c$  и далее по направляющей ложечке  $z$  через водилку  $d$  поступает в самую основную часть Л. м. — вытяжной аппарат. Последний представляет собой 4 пары цилиндров  $e, жс, з, и$ , из которых нижние — стальные рифленые и хорошо закаленные ( $d=25 \div 38$  мм), а верхние — чугунные, покрытые сукном и поверх сукна кожей — опойком (в Америке применяются и верхние цилиндры металличес. рифленые). Вытягивание и утонение ленты в вытяжном аппарате происходит вследствие того, что окружающая

скорость вытяжных пар, начиная с задней  $e$ , последовательно возрастает. Скорость переднего цилиндра  $u$  (200—400 об/м.) в 6—8 раз больше скорости заднего. Верхние движимые валки получают вращательное движение непосредственно от нижних цилиндров, так как прижимаются к последним грузами, вследствие чего создается кроме того соответствующий нажим

для вытягивания проходящей ленты. Из вытяжного аппарата лента в виде расплюснутой сходящейся ватки поступает в воронку  $k$ , куда она втягивается парой каландров  $l$ , которые направляют ее дальше в койлер  $m$ —прибор, укладываемый ленту в таз  $n$ . Для обеспечения равномерности выпускаемой ленты на Л. м. устроенной

автоматич. остановки на случай обрыва одной из лент до или после вытяжного аппарата, резкого ее утонения или наработки полного таза. Эти остановки бывают механические (как на фиг.) и электрические. Изображенный на фиг. механический останов работает след. обр.: эксцентрик  $o$ , получающий движение от привода машины, посредством соединенной шарнирно в  $n$  тяги рычагом  $p$  сообщает валуку  $s$  колебательное вращение. При движении тяги вправо шарнир бездействует, т. к. колена  $m$  и  $y$  соприкасаются; при движении же влево соприкосновение колена обуславливается лишь весом штанги и опирающегося на нее сверху ползуна  $f$  переводного механизма. При обрыве ленты до вытяжного аппарата направляющая ложечка  $g$  под действием противовеса на хвосте ее примет вертикальное положение и задержит уступом хвоста рычаг  $q$  при его движении направо; последний остановит движение валика  $s$ , вследствие чего шарнир  $n$  тяги начнет раскрываться, тяга при этом поднимется и передвинет вверх ползун  $f$ , который переводит ремень на холостой шкив. Аналогичным образом при обрыве ленты после вытяжного аппарата вследствие исчезновения натяжения ленты воронка  $k$  поднимется кверху, и хвост ее, опускаясь книзу, задержит рычаг  $q$  в его движении налево, последствием чего является остановка валика  $s$  и перевод ремня на холостой шкив. При электрич. останове Л. м. разделена изолирующей прокладкой на 2 части. Обработанная лента также является изолирующей прокладкой, т. к. хлопок не проводит электричества. Обе части Л. м. являются частями цепи, к-рая при обрыве ленты замыкается, приводя в действие механизм останова. Как механический, так и электрический механизмы для останова действуют быстро и надежно. Из нововведений последнего времени можно отметить Л. м. с тазами  $\varnothing$  305 мм вместо применявшихся до сих пор тазов  $\varnothing$  228 мм, что дает значительное увеличение кпд. Производительность Л. м.  $P$  (в англ. фн.) за время  $t$  (мин.) определяется по ф-ле:

$$P = \frac{\pi D n t m}{36 \cdot 840 \cdot N} \eta,$$

где  $D$ —диаметр переднего цилиндра в дм.,  $n$ —число об/м. переднего цилиндра,  $t$ —рабочее время в мин.,  $N$ —номер выходящей ленты по англ. системе нумерации;  $\eta$ —кпд машины;  $m$ —число выпусков на Л. м. Производительность Л. м. для хлопка на 1 выпуск (по «Cotton Year-Book» за 1928 г.) приведена в след. таблице.

Производительность ленточной машины для хлопка.

Сорт хлопка	Передний цилиндр		Номер пряжи	Номер ленты	Производительность в кг за 7 часов
	диаметр в дм.	число об/м.			
Индийский и низший американский . . . . .	$1\frac{1}{8}$ — $1\frac{1}{4}$	400	до 20	0,125—0,140	51—58
	$1\frac{3}{8}$	360	» 30	0,150	54
	$1\frac{3}{8}$	300	» 45	0,170	42,5
Американский . . . . .	$1\frac{1}{2}$	280	» 50—60	0,208	34
	$1\frac{1}{2}$	250	» 60—80	0,208	29
Египетский . . . . .	$1\frac{1}{2}$	210	» 80—100	0,231	21
	$1\frac{1}{2}$	210	» 120	0,277	18,5

Потребляемая Л. м. мощность на 1 выпуск  $\approx 0,15$  НР. Вес 1 выпуска с грузами—около 250—300 кг. Занимаемая площадь зависит от числа головок и выпусков: длина (в мм)  $l = 360 \cdot n + 1\,000$ , где  $n$ —число выпусков; ширина—от 1,5 до 2 м. Наши фабрики оборудованы Л. м. иностранного производства, но в настоящее время разрабатываются стандарты и налаживается производство Л. м. на союзных заводах текстильного машиностроения.

В шелкопрядельном производстве Л. м. служат для тех же целей параллелизации волокон и выравнивания и кроме того для придания продукту формы округлой ленты и применяются для обработки всех цугов (сортов по длине) шелка. Ватка, называемая  $п$  и  $н$   $е$ , поступающая с предыдущей машины, с барабана, накладывается равномерно на бесконечный ремень (длина 1 м, ширина 0,2 м), имеющийся у Л. м., и поступает в вытяжной аппарат. Последний состоит из питательных валиков, гребенного аппарата с 2 рядами падающих гребней и 3 вытяжных цилиндров, из которых 2 нижних—металлические, а верхний—резиновый, покрытый краской. Дальше лента проходит направляющую никелированную доску, поступает через воронку в плоскостные валки, направляется через мундштук в таз и передается на следующую машину—так наз. ступалку (см. *Шелкопрядение*). Производительность за 10 часов от 30 до 50 кг. Потребляемая мощность  $\approx 0,3$  НР. Занимаемая площадь  $2 \times 1$  м. Вес 600 кг. При обработке коротких цугов шелка (до 60 мм) лента поступает на Л. м. в тазах с кардочесальной машины и проходит последовательно 2 головки Л. м. при шестикратной вытяжке и соответствующем сложении, откуда она поступает на гребчесальную машину.

В шерстопрядении, в камвольном производстве, сложение, вытягивание и выравнивание ленты имеют место в большом количестве на протяжении всего процесса приготовления полуфабриката для прядильных машин и выполняются машинами типа ин-терсектингов, гилье-боксов, вытяжных переходов и т. п., к-рые по существу являются



усложненными Л. м. Отличительными их признаками является наличие гребней (падающих или круглых), сучильных аппаратов и ряда других конструктивных особенностей (см. *Камвольное прядение*).

При прядении льна, пеньки и других лубяных волокон Л. м. имеют то же назначение и те же принципы действия, что и при хлопке. Отличаются они расстоянием между вытяжными парами соответственно длине волокна, их количеством, наличием падающих гребней и нек-рых других деталей (см. *Льнопрядение*).

Лит.: см. *Кардочесальная машина*.

**ЛЕНТОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**, производство лент—тканых полосок различной ширины. Главное применение лент—для отделки дамских платьев, шляп и для дамского туалета вообще; реже они употребляются для технических целей, например для пишущей машины.

Ленты для женского обихода работают из пряжи всех основных волокон: хлопка, льна, шерсти, но наибольшее распространение получили шелковые и полушелковые ленты благодаря красоте шелка для отделки и сравнительно небольшой стоимости лент как изделий. Ассортимент шелковых лент весьма разнообразен. Для изготовления их применяют все виды переплетений. Ленты тафтяного переплетения работают шириною от 10 до 200 мм; наиболее легкие сорта—крученым шелком в 2 нитки (конца) с числом ниток по основе 20—30 на 1 см, средней плотности 40—50 и плотные 70—100. Орденские ленты, имеющие также тафтяное переплетение, работают из очень ровного шелка, основа крученая в 2—6 концов, уток еще ровнее (до 25 концов в одной нитке), благодаря чему обычно имеют вид поперечного репса. Саржевое переплетение применяется обыкновенно в более дешевых сортах лент, имеющих в качестве утка частопрядный шелк. Большое применение имеет в Л. п. атласное переплетение благодаря красоте и блеску, которые атласное переплетение придает изделию. Атласная лента работает различной ширины, 6—250 мм, с плотностью нити 60—240 ниток на 1 см. Обычно работают узкие ленты; реже—более широкие и более дорогие, плотные. Легкие сорта атласной ленты работают плотностью 60—80 ниток на 1 см, средние 90—120 и плотные 150—240 ниток (см. табл. 1).

Табл. 1.—Примерные заправки шелковых лент.

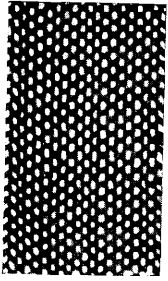
Шелковые ленты	Шелковые ленты		Шелковые ленты		
	Ширина в мм	Число нитей в основе	Ширина в мм	Число нитей в основе	
Тафтяная . . .	10	44	Атласная . . .	16	208
» . . .	15	64	» . . .	24	320
» . . .	32	148	» . . .	35	484
Гроденаплевая . . .	45	200	» . . .	46	636
Гроденаплевая . . .	90	600	» . . .	61	963
Атласная . . .	7,5	90	» . . .	75	1 272
» . . .	11	136	» . . .	92	1 670
			» . . .	105	2 000
			» . . .	123	3 000

Для придания ленте большей красоты и разнообразия применяют различные комбинации переплетения. Наиболее простой

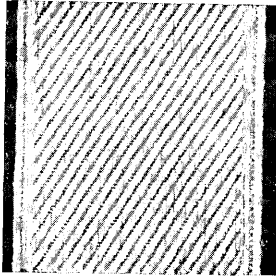
является сочетание полос, сотканых различными переплетениями. Напр. фон—миткалевого переплетения, полосы—атласного, и наоборот. Более дорогие сорта лент работают как с рисунком более мелким и простым в виде небольших геометрич. фигурок и цветков, так и крупных и сложных рисунков жаккардового ткачества. Очень благодарным элементом для придания ленте, особенно шляпной, большего эффекта является комбинация цветов, чем и объясняется значительное потребление пестротканой ленты. Красочность, цветовой эффект, может придаваться также ленте в порядке прошивки различными цветными утками, а также набивкой предварительно рисунка по основе и доработкой его утком. Большое распространение имеет бархатная лента, обычно с резаным ворсом. Встречаются также бархатные ленты с рисунком; в этом случае рисунок обычно «режется» и получается ворс, фон остается нерезанным. Бархатная лента, имеющая главное применение в отделке женского платья, работает шириною от 1 до 10 мм и шире; наиболее дешевые сорта бархатной ленты работают хлопчатобумажным утком, но иногда и коренная основа берется также хлопчатобумажная. Шенилевый уток для приготовления лент того же названия (см. *Ковровое производство*, ковры механического производства) готовится следующим образом: ткется лента шириной 150 мм, в к-рой основа состоит из групп по 4—6 нитей шелковой крученой пряжи, разделенной 2—12 нитями крученой льняной пряжи. Эта основа «зарабатывается» шелковым утком. Ленту разрезают по линии льняных нитей на узкие полоски, нити основы удаляются и концы утка в виде бахромы закручивают жгутиками. Полученный шенилевый уток зарабатывается обычным путем в шелковой основе.

Значительно меньшее распространение имеют ленты из других волокон. Из хлопчатобумажных лент наибольшее распространение имеют перкалевая, работающая из пряжи № 36—80 англ. с плотностью 30—65 нитей на 1 см, и муслиновая лента из пряжи № 100—150 англ. с плотностью 30—50 нитей на 1 см. Льняные ленты работают как из крученой, так и некрученой пряжи. Шерстяная лента, имеющая применение и в мужском туалете, часто работает как полшерстяная с льняной или хлопчатобумажной пряжей. Наибольшее распространение имеет гладкая камвольная пряжа. Кроме тафтяного переплетения встречается саржевое, а также фазонная лента. В последнее время для производства дешевых сортов шелковых лент большое применение получил искусственный шелк—в смеси с натуральным шелком (преимущественно в виде утка) и как самостоятельное волокно. Искусственный шелк применяется и для производства бархатных лент.

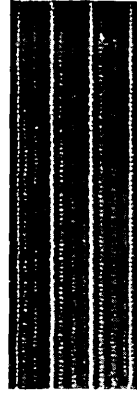
Главные виды лент, вырабатываемых на фабриках СССР, приведены в табл. 2. Кроме перечисленных видов лент работают различные виды тесьмы, производимой не на ткацком станке, а на специальных машинах (см. *Тесьмочное производство*). Тканье лент производится как на ручных, так и на



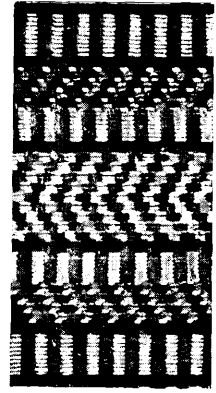
1



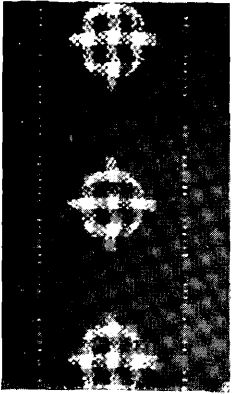
2



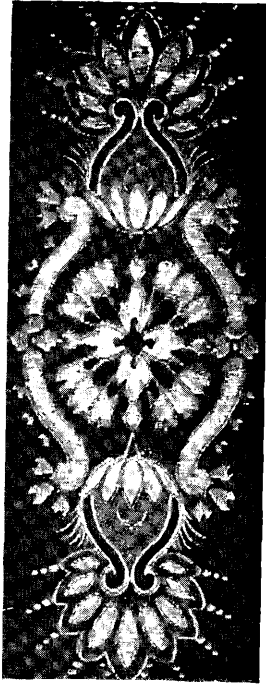
3



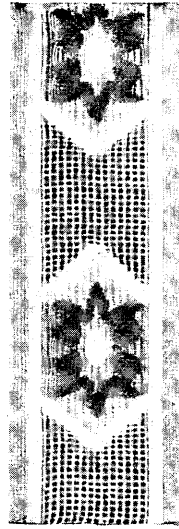
4



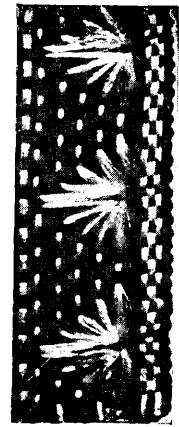
5



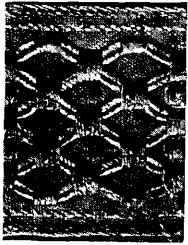
6



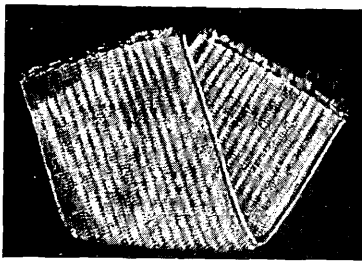
7



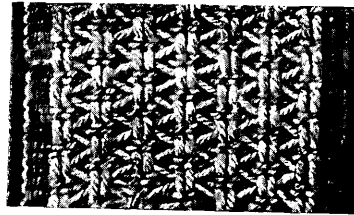
8b



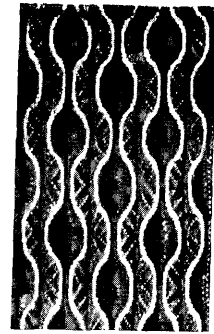
8в



8a



8г



8д

1. Пестротканная лента мигалкового переплетения. 2. Лента, сработанная диагональным рещом. 3. Лента, сработанная различными цветными полосками. 4. Лента с полосами различного переплетения. 5. Лента фасонная. 6. Шелковая лента со сложным рисунком. 7. Лента ажурного переплетения. 8а, 8б, 8в, 8г, 8д (с таблицы V рисунки: 4, 5, 6, 12, 13 и 14). Ленты специальной выработки.

Табл. 2.—Главные виды лент, вырабатываемых на фабриках СССР.

Название ленты	№	Ширина в м.м.	О с н о в а		У т о к		
			Материал	Нитей в основе	Нитей в промахах	Материал	Нитей на 1 см.
Лента либерти	3	17	Грежа 16/18	190	8	Уток 28/30 в 2 конца вареных	40,5
	5	27		320	8		40,5
	9	48		840	8		40,5
	12	61		308	16		40,5
	20	80		1128	18		40,5
Тафтяная лента	10	15	Хл.-бум. № 80/2	46	—	Хл.-бум. № 38	27,5
	20	25		76	—		27,5
	25	30		94	—		27,5
	30	35		114	—		27,5
	35	40		130	—		27,5
	40	—		150	—		27,5
Киперная лента	10	15	Хл.-бум. № 24/2	26	—	Хл.-бум. № 24	19
	15	20		40	—		19
	20	25		52	—		19
	25	30		66	—		19
	30	35		78	—		19
	35	50		92	—		19
Ленты для кож. пром.: Ушковая Саржевая Атласная Релсовая	32	—	Хл.-бум. № 24/2	118	—	Хл.-бум. № 10	14
	18	—		66	—		18
	15	—		86	—		26
	15	—		—	—		—
	15	—		56	—		32/2

механич. ленточных ткацких станках (см.), которые строят самых разнообразных конструкций соответственно с различными требованиями Л. п. Подготовка основной пряжи проводится в том же последовательном порядке, что и подготовка пряжи для широких тканей: пряжа перематывается на мотальной машине с мотков на катушки или на бобины; последние поступают на сновальную машину. В Л. п. применяются как ручные сновальные машины, так и механические; последние — особой упрощенной конструкции, приспособленные для сновки узких основ (см. *Сновальные машины*). Подготовка утка состоит в перемотке пряжи с мотка на уточные шпули на специальных машинах (см. *Шпудльные машины*).

Резиновые ленты работают или с жилами из чистой необмотанной резины или из резины, обмотанной другой пряжей; последний вид резины применяется чаще. Для приготовления такой пряжи применяются особые обмоточные машины, на которых резиновая нить обматывается хлопчатобумажной, шелковой или другой нитью.

Отделка лент имеет целью придать им более красивый внешний вид, больший блеск, большую мягкость и сделать их более прочными в носке. Предварительно следуют некоторые операции, подготовляющие ленту к отделке. Лента гладкая проходит для удаления пуха и ворсинок опалку, иногда стрижку на стригальных машинах. Вслед за опалкой или стрижкой следует очистка щеткой, удаляющей и вычищающей ворсинки и пух. Ленты, которые работают широким куском, разрезаются на специальных машинах, одновременно заделывающих и края лент.

Собственно аппретура состоит в пропитывании лент особым аппретом — составом,

который имеет определенные свойства. В качестве веществ, склеивающих и придающих ленте определенный внешний вид, применяют картофельную муку, декстрин, пшеничный крахмал, рисовый крахмал, гуммиарабик. Для более полного и быстрого разваривания крахмала применяют *диастафор* (см.). В качестве антисептических веществ для лучшего сохранения аппрета применяют буру, квасцы, хлористый цинк и др. В качестве веществ, придающих мягкость ленте, применяют масла и жиры, ализариновое масло, парафин, глицерин, воск, мыло и пр. Для повышения блеска прибавляют в аппрет окись меди и окись висмута. Варка аппрета производится в обыкновенном варочн. котле с двойными стенками на пару. Пропитывание лент аппретом производится на аппретных машинах, состоящих из плюсовки, сушильных барабанов и навоев для намотки. После аппретной машины ленты проходят сушильную машину, состоящую из ряда цилиндров, обогреваемых паром. После аппрета ленты пропускаются через мягчительную машину и затем поступают на каландр. Иногда дают ленте специальную отделку с наведением муара,

гофрировки. К числу специальных видов аппрета следует отнести и накидку жемчуга: на иглы, укрепленные на ленты по особому рисунку, наносится в виде отдельных капель специальная масса, состоящая из желатины, шеллака и др. На воздухе масса отвердевает и плотно пристает к ткани. Набивка ленты производится ручным или механич. способом, применяется также и агрографическая набивка (см. *Аэрографный способ расцветки*). Различные образцы лент — см. вкл. лист.

Лит.: Фидлер К., Аппретура лент, тесьмы и кружев, Рига—Москва, 1917; Both O., Die Bandweberei, 4 Aufl., B. 1—2, Lpz., 1921; Brown S., Elastic a. Non-Elastic Narrow Fabrics, N. Y., 1923; Müller E., Handbuch d. Weberei, Berlin, 1896; Both O., Handbuch d. gesamten Textilindustrie, Lpz., 1913; «Melliand's Textilberichte», Mannheim, ab 1922.

**ЛЕНТОЧНЫЙ ТРАНСПОРТЕР**, приспособление для транспортирования массовых грузов на короткие расстояния при помощи непрерывного тягового органа — ленты (подробности см. *Внутризаводский транспорт и Конвейеры*).

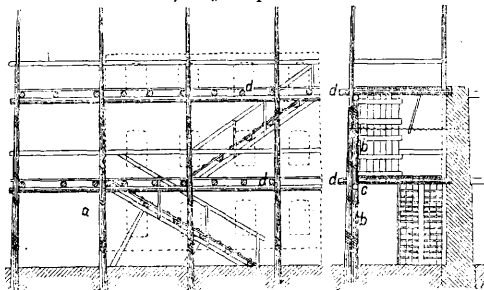
**ЛЕНТЫ**, см. *Ленточное производство*.

**ЛЕНТЫ ДЛЯ ПИШУЩИХ МАШИН**, см. *Пишущие машины*.

**ЛЕСА И ПОДМОСТИ**, вспомогательные сооружения на время выполнения строительных работ, причем леса служат для поддержания подмостей, кружал и форм, а подмости — для поддержания строительных материалов и рабочих.

**Леса** разделяются на неподвижные, или коренные, подвижные и выпускные. При постройке зданий неподвижные леса (фиг. 1) состоят из стоек *a*, зарытых колом в землю на глубину до 1,2 м на расстоянии не более 3,5 м друг от друга и 2—3 м от возводимой стенки с наклоном в сторону здания до  $\frac{1}{20}$ . Стойки делают по воз-

возможности из длинных бревен толщиной в комле 15—20 см, а у вершины—около 10 см.

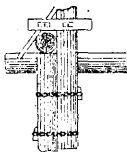


Фиг. 1.

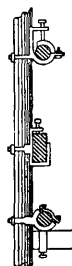
Высота стоек, обычных или составных, несколько превышает высоту здания.



Фиг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

Рядом со стойками со стороны здания устанавливаются бревна *b* длиной от 3 до 4 м, называемые ушаками. На верхние концы ушаков укладывают кладки, или слегги (прогоны), *c* из бревен толщиной ~22 см. На последние располагают одним концом пальцы (поперечины) *d* из бревен толщиной около 18 см и длиной 4—5 м; другим концом пальцы опирают на стену возводимого сооружения с небольшим (около 1%) уклоном к зданию; расстояние между пальцами 1—1,5 м. Пальцы покрываются настилом из досок толщиной 4—5 см. С внешней стороны настил ограждается перилами высотой ок. 1 м. При высоте зданий более 15 м стойки наращивают согласно фиг. 2. Для большей прочности места соединений конструкций усиливают железными скобами, обручным железом или цепями (фиг. 3). Иногда, чтобы избежать постановки ушаков, применяют особые железные крепления (фиг. 4), при помощи которых кладки, или слегги, прикрепляются к стойкам. При значительной нагрузке стойки делают двойные, тройные и кустовые. Сопряжения частей их *d, б* исполнены тщательно, с применением для крепления болтов и хомутов. Для входа на леса:

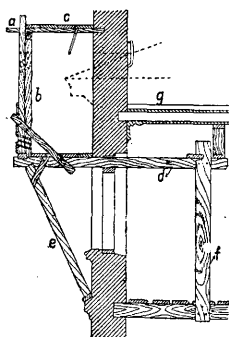
Фиг. 5.

сообщения между ярусами устраиваются

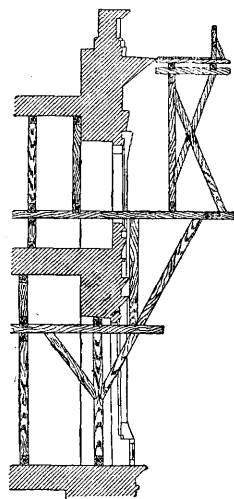
стремянки, состоящие из наклонных бревен, упирающихся нижними концами в землю или в пальцы нижнего яруса, а верхним концом в палец лежащего выше яруса; в середине бревна подпирают стойками из бревен или досок; поперечины стремянок делают из пластины, располагая их через 1 м, а по ним нашивают дощатый настил с поперечными брусками из досок толщиной 2—3 см через каждые 25—30 см.

Подвижные, или передвижные, леса бывают двух типов. К первому типу лесов относятся например передвижные леса сист. Фрагини (фиг. 5), состоящие из скрепленных болтами стоек, которые приводятся в жесткую систему при помощи натянутой диагональными рядами проволоки; натяжение производится наматыванием проволоки на специальные барабаны, к-рые приводятся в движение от руки. К передвижным лесам относятся следующие: 1) самостоятельные сооружения в виде башен, передвигаемых на колесах по рельсам или доскам, служащие для производства надстроек и ремонтных работ; 2) деревянные или железные мостовые краны, могущие передвигаться в том или ином направлении, имеющие преимущественное применение при крупных инженерных сооружениях (напр. мостах) и служащие главн. обр. для подачи материалов при производстве кладки. К подвижным лесам можно отнести и пловучие леса, устанавливаемые на понтонах или судах при опускании кессонов, а также при сборке и установке мостовых ферм.

Выпускные леса (фиг. 6) состоят из слегка наклонных к стене балок *d*, выпускае-



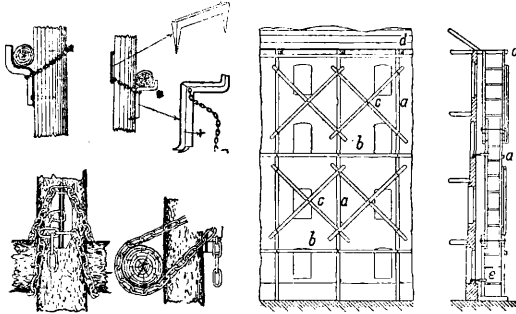
Фиг. 6.



Фиг. 7.

мых попарно из оконных или иных отверстий наружу на 1,5—2 м и опирающихся на подоконники или на специальные поддержки. Концы балок подпираются подкосами *e*, упирающимися нижними концами в поясники и карнизы стен или специально выдолбленные гнезда и в ниже лежащие балки выпускных лесов. На балках *d* устанавливают стойки *a*, ушаки *b* и пальцы *c*; при этом первую площадку настилают непосредственно по балкам *d*. Находящийся внутри здания конец балки *d* прикрепляют к нижней балке здания досками *f* и ставят распорку между внутренней балкой здания *a* и балкой выпускных подмостей *d*. Для со-

обшения устраивают стремянки внутри здания. На фиг. 7 показана более прочная конструкция выпускных лесов. В отношении техники безопасности выпускные леса требуют еще больше забот и внимания, чем ко-

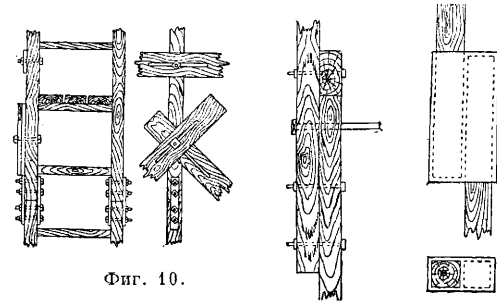


Фиг. 8.

Фиг. 9.

ренные, т. к. прочность их меньше последних и поэтому приходится постоянно следить, чтобы они не были чрезмерно перегружены материалами. Кроме того при быстром темпе производства работ такие леса неизбежно будут задерживать кладку. Опыт применения этих лесов показал, что хотя они и дешевле коренных, но благодаря указанным выше недостаткам не дают вполне удачного решения проблемы замены коренных лесов. Выпускные леса имеют бесспорное преимущество перед коренными при надстройке этажей готового здания, т. к. в этом случае они значительно дешевле и не загромождают тротуаров. Для ускорения сборки и разборки лесов и подмостей применяют спец. поковки и цепи, которые устраняют врубки, портящие лесоматериалы (фиг. 8). Иногда леса заменяются приставными или раздвижными лестницами, сооружаемыми из бревен, брусев или досок с поперечинами.

Лестничные леса находят в последнее время широкое применение. Эти леса (фиг. 9) состоят из вертикально стоящих на расстоянии 2—3 м друг от друга лестниц *a*, к-рые приводят в жесткую треугольную систему при помощи продольных и поперечных полусхваток—*b* и *c*. Для устойчивости лестниц их привязывают верхними концами к балкам *d*, выпущенным из чердака или из окна, или прикрепляют к подоконникам *e*. По ступенькам лестниц рас-

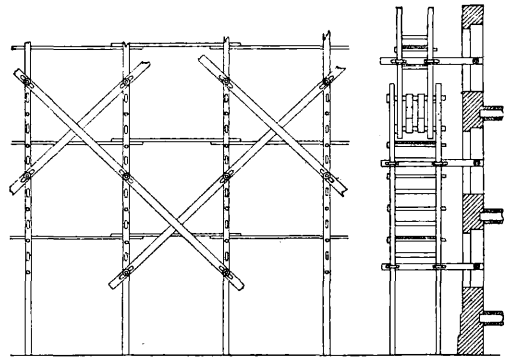


Фиг. 10.

полагают, доски—дощатые рабочие площадки. Высота подобных лесов доходит до 20 м и более. Ширина лестниц 0,6—0,7 м в свету, расстояние между ступеньками ~ 45 см. Для более высоких зданий лестницы дела-

ют составные; детали соединения лестниц видны на фиг. 10. В Германии имеют широкое применение лестничные леса системы Альтмана (фиг. 11) с рабочей площадкой на металлических съемных кронштейнах, прикрепленных к лестнице болтами; элементы таких лесов для устойчивости укрепляются в плоскости фасада диагональными связями. Одни и те же леса подобного типа могут иметь многократное применение как при ремонтных работах, так и при возведении новых построек.

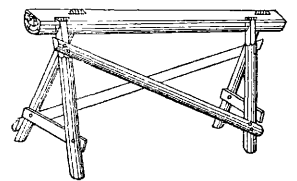
Подмости разделяются на переносные, приставные и висячие. Переносные подмости устраиваются в виде временного настила на различного рода опорах, как то: боченках, ящиках, козлах, стелюгах и т. д.; сюда же относятся приставные и раздвижные лестницы. На высоту до 1,5 м подмачиваются обыкновенно на боченках и ящиках, а выше, до 3 м и даже более (если это экономически выгодно),—на козлах и стелюгах. Перекладину козел (фиг. 12) де-



Фиг. 11.

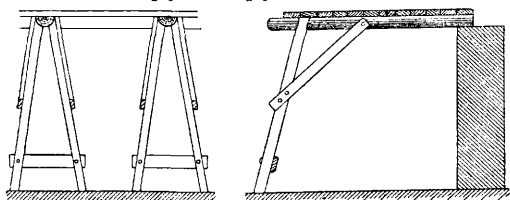
лают обыкновенно из бревна длиной 2—4 м и диаметром от 13 до 18 см. Стелюги (фиг. 13) устраивают из бревен такого же размера, как и козлы; один конец стелюги подпирают двумя расходящимися ногами, а другой (палец) укладывают на стену. В Германии для внутренних ремонтных работ применяют специальные переносные подмости (фиг. 14), покоящиеся на выдвигаемых и наращиваемых металлич. трубках, укрепленных на треногах; в верхней части металлических трубок устроен прорез для закладки досок на ребро, поверх к-рых делается настил; трубки выдвигаемые, и настил можно устанавливать на требуемой высоте.

Приставные подмости. Костыль (фиг. 15) состоит из наклонной бревенчатой стойки *A*, длиной до 15 м, толщиной 31—36 см, установленной шипом на середину упорного лежня *B*, длиной ок. 2 м. На верхнем конце этой стойки устраивается рабочая площадка *C*, для сообщения с к-рой пришивают к стойкам планки в виде ступеней. С костыля обыкновенно работает один рабочий; для возможности же производства работ несколькими рабочими устраивают т.н.



Фиг. 12.

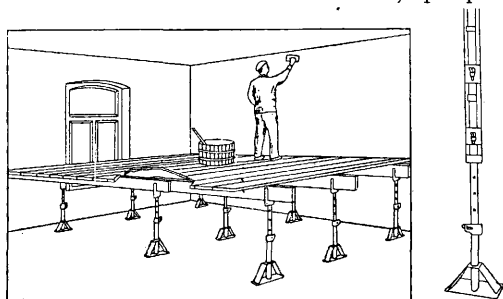
глаголи (фиг. 16), представляющие собой ряд костылей, установленных в расстоянии 4—6 м друг от друга и соединенных об-



Фиг. 13.

щей площадкой. Костыли и глаголи применяются исключительно при работах ремонтного характера.

Висячие подмости бывают в виде люлек и подвесных лестниц. Люлька (фиг. 17) состоит из дощатой площадки, шириной 0,9 м, длиной 2—3 м, с перилами. Люлька поднимается и опускается рабочими, стоящими внизу, при помощи каната, надетого на блок, укрепленный между стрелами, прикрепленными к стропилам; крепить блок к трубам не следует. Люлька применяется при небольших ремонтах фасадов строений. Подвесная лестница (фиг. 18) представляет собой обыкновенную приставную лестницу с приспособлением на верхнем конце для прикрепления лестницы веревками к стропилам; в нижнем конце лестницы устраивается упор в стену. В Америке при постройке небоскребов применяются исключительно висячие подмости, состоящие из горизонтальных металлических балок, прикреп-

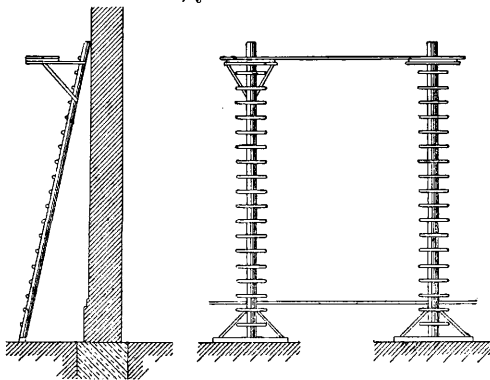


Фиг. 14.

ленных к стойкам фахверкового каркаса. К балкам на канатах подвешивают брусья с дощатым настилом (площадки); такие площадки устраивают вокруг всего здания; на площадках укрепляют подъемные приспособления для поднятия или опускания их. Из германских подмостей для кладки кирпичных стен без коренных лесов следует отметить шаблон, представляющий собой подъемник, к-рый служит одновременно подмостями. На фиг. 19 представлено одно звено таких подмостей, длиной 6 м; количество звеньев изготавливается в зависимости от длины возводимых стен.

Каждое звено состоит из двух неподвижных металлич. стоек *a*, расположенных по краям его, и подвижной платформы для каменщиков

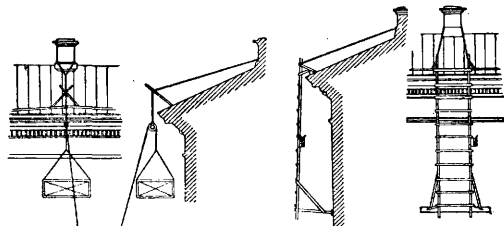
с двумя шаблонами *b*, определяющими линии внешней и внутренней плоскостей выкладываемой стены. Платформа и шаблоны прикреплены к муфтам, могущим двигаться по стойкам. Муфты приводятся в движение самими каменщиками, стоящими на платформе, при помощи цепи и блока, прикрепленного к верхушке стойки. Стойки подмостей м. б. наращиваемы до высоты, достаточной для возведения кладки до четырех этажей. В соответствующих же случаях кирпичная кладка стен м. б. произведена без коренных лесов, а с подмостей внутри здания. Каменщик и весь необходимый материал для кладки стены находятся внутри здания, на временном настиле, уложенном по балкам меж-



Фиг. 16.

дуэтажного перекрытия. До высоты 1,3 м кладка производится непосредственно с означенного настила, а затем на настиле устраивают переносные подмости того или иного типа шириной от 1,5 до 2,5 м, с которых производится кладка до следующего перекрытия. Такими переносными подмостями служат обыкновенно козлы, перекрытые настилом (фиг. 20), подъемные подлески и подвесные платформы.

В отношении техники безопасности при кладке без коренных лесов д. б. приняты меры для улавливания могущих упасть со стены кирпичей и иных предметов. С этой целью устраивают: предохранительные козырьки шириной 1,5—2 м из теса или из проволочной или веревочной сетки, с небольшим уклоном к возводимой стене; легкие ограждения, не допускающие приближения рабочих к стро-

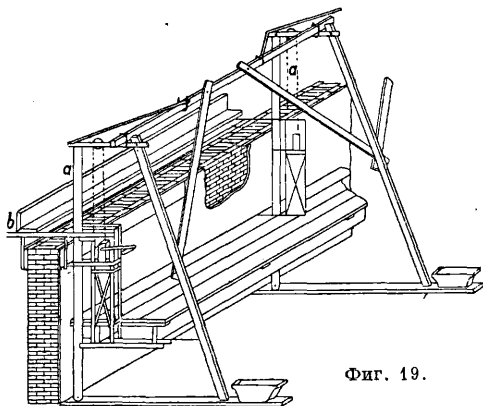


Фиг. 17.

Фиг. 18.

ящемуся зданию в пределах возможного падения предметов сверху; небольшой барьер или борт выше настила, на котором складываются материалы. При кладке без лесов подача материалов обыкновенно производится механизмами, или же с этой целью устраи-

вают обыкновенные стремянки, как и в коренных лесах; в первом случае для прохода рабочих на подмости и с подмостей (при от-

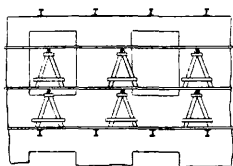


Фиг. 19.

сутствии стремянок) устраивают обыкновенные переносные или постоянные лестницы, предохраняя их от повреждения уложенными по ним обыкновенными стремянками.

Паллиативом подмостей являются америк. ползучие или подвижные формы, служащие формами для бетонирования и в то же время основанием для устройства внутри возводимых стен рабочего места для каменщиков, поднимающегося одновременно с поднятием форм при помощи так наз. джексов (фиг. 21).

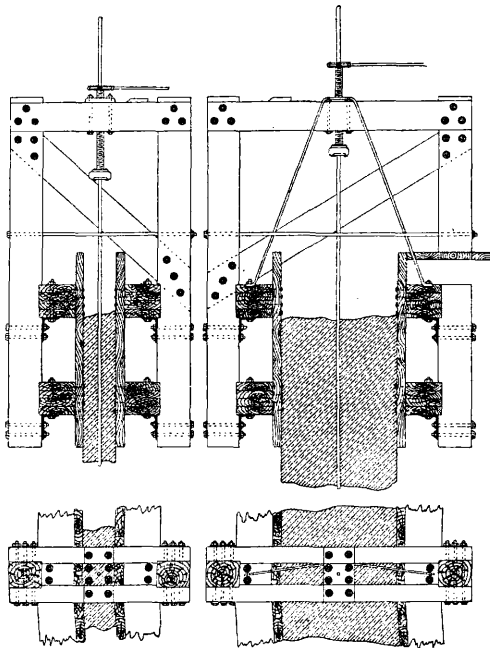
Выше были рассмотрены Л. и п., применяемые в гражданском строительстве. Что



Фиг. 20.

касается лесов, предназначенных для возведения кладки искусственных сооружений, как то: опор мостов, виадуков, плотин и пр., то в большинстве случаев они имеют тип коренных лесов, с той лишь разницей, что устраивают несколько рядов стоек и ушаков. При механизированной подаче материалов леса устраивают лестничного легкого типа. Леса для сборки ферм мостов служат как для поддержания частей ферм в определенном положении до приведения их во взаимную связь, так и для производства сборки ферм; поэтому они должны обладать достаточной прочностью, соответствующей нагрузке от веса как самих ферм, так и вспомога-

тельных приспособлений; кроме того они должны быть достаточно устойчивыми против действия бокового ветра, ударов и сотрясений при сборке и пр. Леса и подмости для крупных инженерных сооружений (фермы, балочные мосты, арочные мосты, плотины, тоннели



Фиг. 21.

и пр.) по своей конструкции представляют сложные и разнообразные сооружения, составными элементами которых являются вышеописанные простейшие основные конструкции. О конструкциях Л. и п. в мостостроении см. *Каменные мосты*.

*Лит.:* Уточное положение для строительн. работ, М., 1925; Свод производств. строит. норм нового Урочного положения. Деревянные работы, вып. 1, отдел 1, Общие работы, М., 1929; Кладка стен без лесов, М., 1929; Современ. строительство Германии, Отчет заграничной экскурсии ВСНХ, М., 1928; Виганд К. П., Германская стрит. техника, М., 1928; Прокофьев И. П., Железные мосты, обработка, сборка и установка, СПб, 1911; Федорович О. М., Каменные работы, М., 1915; Neutra D., Wie baut Amerika, Stg., 1927; Railway, Engineering a. Maintenance Cyclopaedia, N. Y., 1926; «СП»; «Der Bauingenieur», В.; «Die Bautechnik», В.; «Zentralblatt d. Bauverwaltung», В.; «Deutsche Bauzeitung», В.; «В. у. Е.» Н. Герливанов.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ К XI ТОМУ Т. Э.

- Адамсона кольца** 199.  
**Адсорбционный способ краше-**  
**ния**, 489, 513.  
**Азале** 758.  
**Азобистр** 532.  
**Азокрасители** 431.  
**Азолитмин** 764.  
**Авра** 863.  
**Акридиновый желтый** 456.  
**Акридиновый оранжевый** 456, 457.  
**Акридоны** 426.  
**Акроза** 867.  
**Активированный уголь кровя-**  
**ной** 645.  
**Ализарин** 395, 396, 420.  
**Ализарин-виридин** 423.  
**Ализарин желтый** 438.  
**Ализарин индиго** 414, 525.  
**Ализарин-иризоль** 423.  
**Ализарин-маррон** 421.  
**Ализарин оранжевый** 421.  
**Ализарин-рубинол** 423.  
**Ализарин-сафирол** 420, 422.  
**Ализарин сине-черный** 423.  
**Ализарин-цианин** 419, 421.  
**Ализарин-цианин зеленый** 423.  
**Ализарин-эмеральдол** 422.  
**Ализариновое масло** 520.  
**Ализариновый желтый** 434, 459.  
**Ализариновый зеленый кислот-**  
**ный** 422.  
**Ализариновый красный** 422.  
**Ализариновый синий** 421.  
**Алитирование** 104.  
**Алканнин** 396.  
**Алкоголь коричный** 32.  
**Аллокоричная кислота** 31.  
**Алломеризация** 401.  
**Алоэ (Алоэ)** 396.  
**Алоэмодин** 396.  
**Альбумин светлый** 640, 644.  
**Альбумин черный** 640, 644.  
**Альбуминный клей** 649.  
**Алюминий** 85.  
**Аминоазобензол** 437.  
**Аммоний азотнокислый** 115.  
**Аммониацит** 115.  
**Ангидрид кремневый** 582.  
**Ангидриды внутренние** 764.  
**Английская красная** 655.  
**Ангола** 863.  
**Анил-черный** 439.  
**Анилиновые краски** 402.  
**Анилиновый синий** 454.  
**Анкер** 465.  
**Анри (Henry) закон** 486.  
**Антверпенская синь** 373.  
**Антиграм** 117.  
**Антипараллелограм** 587.  
**Антоцианидины** 390.  
**Антоцианины** 390.  
**Антоцианы** 390.  
**Антрагаллол** 418, 421.  
**Антрацурпурин** 419.  
**Антрауфин** 419, 420, 422.  
**Антрахризон** 419, 421.  
**Антримиды** 417—418.  
**Апигенин** 385, 387.  
**Апшретная машина** 942.  
**Апшретура лент** 941.  
**Арматура котлов паровых** 244.  
**Аррорут вестиндский** 480.
- Арулеин** 399.  
**Аспазиолит** 30.  
**Ауксанин** 522.  
**Аурамин** 460.  
**Ауранция** 430.  
**Аурин** 454.  
**Ацетиновый голубой** 444.
- Балки анкерные** 208.  
**Баллер** 889.  
**Барабаны вакуумные** 648.  
**Барабаны трепальные** 929.  
**Баритовый крон** 368.  
**Батокс** 878.  
**Батохромия** 403.  
**Белила венецейские** 374.  
**Белила голландские** 374.  
**Белила кремнистые** 374.  
**Белила свинцовые** 365.  
**Бенгальская роза** 459.  
**Бензантрон** 427.  
**Бензидиновый коричневый** 530.  
**Бензилиденксиллин** 698.  
**Бензоазурин G** 438.  
**Бензокоричневый** 438.  
**Бензопурпурин** 438.  
**Бензофлавин** 457.  
**Беннета машина** 109.  
**Берберин** 400.  
**Берлинская лазурь** 373, 534.  
**Беттингтона паровые котлы** 244.  
**Брихский альб** 439.  
**Билрубин** 401.  
**Бимсы** 884.  
**Винодаль** 627.  
**Бисмарк коричневый** 439.  
**Бланжа железная** 534.  
**Бланфикс** 365.  
**Болты анкерные** 208.  
**Бронза железная** 865.  
**Бронза кобальтовая** 82.  
**Бронза марганцевая Шарсона** 83.  
**Бронза марганцевистая** 865.  
**Бронзы** 82, 865.  
**Бумага куркумовая** 739.  
**Бумага реактивная** 764.  
**Бункер** 287.  
**Бутеин** 383.  
**Бутин** 384.  
**Бутиролактон** 764.
- Валеролактон** 764.  
**Ван-Дейна коричневая** 379.  
**Везувий** 439.  
**Велигорка** 666.  
**Величины приведенные** 624.  
**Вийдер** 734.  
**Виктория голубой** 454.  
**Вильсона красильная барка** 347.  
**Виоламин В** 458.  
**Виолантрон** 428.  
**Виридон** 429.  
**Водный голубой** 454.  
**Воздуходувная система** 896.  
**Воронение** 79.  
**Воронки** 254.  
**Вороты корчевальные** 112.  
**Воспроизводительность** 815.  
**Вызревание** 909.  
**Выпуск** 936.  
**Вытгивание ленты** 936.  
**Вытяжной аппарат** 936.
- Галангин** 385, 387.  
**Галлеин** 459.  
**Галловей трубки** 200.  
**Галлоцианин** 445.  
**Гарансе** 758.  
**Гарансин** 396, 758.  
**Гарбе плиты** 156.  
**Гатишета коричневая** 376.  
**Гелидоновый красный** 412.  
**Гематоксилин** 390.  
**Гемоглобин** 401.  
**Генератор холода** 893, 895.  
**Гентзеин** 394.  
**Гентзизин** 395.  
**«Геркулес» машина** 109, 113.  
**Гесперетин** 383.  
**Гесса лучи** 121.  
**Гетол** 32.  
**Гигантолит** 30.  
**Гидриды кремния** 581.  
**Гидроликмарин** 753.  
**Гидрон розовый** 411.  
**Гидроновый синий** 448, 449.  
**Гипоциклоида** 595.  
**Гипсохромия** 403.  
**Гликолид** 765.  
**Глицероль** 116.  
**Гмелина соль** 653.  
**Голлендер-станок** 668.  
**Голубой нейтральный** 444.  
**Гониометры** 618.  
**Горловины** 251.  
**Горн кузнечный** 708.  
**Горная голубая** 373.  
**Гофмана фиолетовый** 454.  
**Гофрировка** 942.  
**Гранбукс** 710.  
**Графит** 377.  
**Гребнещальная машина** 936.  
**Гребни** 939.  
**Грим** 117.  
**Грубберы** 734.  
**Грузовой тром** 883.  
**Грязеуловитель** 219.  
**Гуашь** 362.
- Датиспетин** 395.  
**Двойная точка** 591.  
**Двуокись кремния** 582.  
**Деазураторы** 304.  
**Девис-Беннета машина** 109, 112.  
**Дезазеры** 304.  
**Дейтона жаровые трубы** 200.  
**Декантация** 120.  
**Декартов лист** 592.  
**Дельта-металл** 865.  
**Дельфинидин** 391, 393.  
**Депрессия молекулярная** 599.  
**Деррик-кран** 341.  
**Детектирование анодное** 802.  
**Детектирование сеточное** 807.  
**Дефибрирование** 635.  
**Диазочерный** 438.  
**Дианзидиновый синий** 530.  
**Дигидрофлавои** 386.  
**Диметилбензолы** 696.  
**Диметилый эфир антрагалло-**  
**ла** 396.  
**Диоды** 767.  
**Диоксаны** 425.  
**Диорселиновая кислота** 399, 400.  
**Дисазокрасители** 438.



- Дитяны 425.  
Дихроит 30.  
Днища 155, 173, 203.  
Доски трубные 203.  
Дрейкантеры 69.  
Дублирование 936.  
Дуран-металл 865.  
Дымососы 307.
- Желе** глиперниное 116.  
Железистосинеродистоводородная кислота 651.  
Железистосинеродистый натрий 653.  
Желтый жировой 437.  
Желтый кадмий 367.  
Желтый прочный 437.  
Желтый солнечный 440.  
Жель Меркурия 368.  
Жирсноп активный 584.  
Жостер 674.  
Жушник 115.
- Заварна** 337.  
Закрепитель ИТ 520.  
Замбези 863.  
Занзибар 863.  
Заряд электрона 733.  
Защита металлов 104.  
Защита электрохимическая 79.  
Зеленый биндшеллеровский 441.  
Зелень Риммана 372.  
Зелень Шееле 371.  
Зеркало испарения 183.  
Змеявки 894.  
Золосос 302.  
Золуудаление 299.
- Избирательность** 815.  
Изокоричные кислоты 31.  
Изорамнетин 385.  
Изорропезис 405.  
Изохинофталон 460.  
Имбирь желтый 739.  
Имедиалевый желтый 449.  
Имедиалевый черный 449.  
Имедиалевый чисто синий 449.  
Имедиальяндон 447.  
Имедиалькарбон 449.  
Индамины 441.  
Индантрен бордо 425.  
Индантрен золотисто-оранжевый 427.  
Индантрен темносиний 428.  
Индантрен фиолетовый 426, 428.  
Индантреновый желтый 424, 426.  
Индантреновый красный 424.  
Индантреновый оранжевый 424.  
Индантреновый синий 426.  
Индиго 400, 413.  
Индиго яркий 413.  
Индигозоли 526.  
Индигокармин 413.  
Индиготин 400.  
Индийский желтый 395.  
Индирубол 410, 413.  
Индофенолы 441.  
Индулиновый синий 444.  
Интибин 335.  
Инулин 334.  
Иодистый свинец 367.  
Ионон 924.
- Кабаны** 869.  
Календулин 399.  
Калильные нити 832.  
Капри голубой 445.  
Капсумин 399.  
Карбид кремния 582.  
Карболовая черная кислота 559.  
Карбозифры 909.  
Карбюрирование 772.  
«Карго» (страхование) 889.  
Карнамам 739.  
Карминовая кислота 397.  
Кармуазин 438.  
Картин 399.  
Каротиноиды 399.  
Карри 739.  
Картофелемойки 470.  
Картофелестерки 471.  
«Касно» (страхование) 889.  
Кассельская земля 379.  
Кассова 480.  
Катанол «О», «W» 520.  
Катехин 393.
- Катигеновый черный 449.  
Кафеоль 333.  
Кашу Лавали 446, 449.  
Каяот-компания 883.  
Квасовка 510.  
Кверцетин 385, 387, 388.  
Кельская земля 379.  
Кемпферид 385, 388.  
Кемпферол 385, 387, 388.  
Кермесовая кислота 397.  
Килевый лист 884.  
Кингстоны 883.  
Киноварь 369.  
Кипятильники 197.  
Кислотный зеленый 452.  
Кислотный коричневый 439.  
Кишнец 30.  
Клапан питательный 247.  
Клапаны предохранительные 245.  
Кобальт синий 373.  
Козырьки предохранительные 948.  
Коллектор 223.  
Колоризация 104.  
Колорин 758.  
Колумбия черный 439.  
Колькотар 655.  
Кольяндра 30.  
Компараторы 934.  
Кональгидрофрит 637.  
Конго красный 435, 438, 487.  
Конденсатор Мосцицкого 908.  
Конноды 629.  
Конхойда 592.  
Копировальные приспособления 20.  
Копилля 27, 29.  
Копчение мяса 26.  
Копчение рыбы 25.  
Копытное масло 142.  
Кориандровое масло 30.  
Корм зеленый 33.  
Корм силосованный 38.  
Корма грубые 33.  
Корма объемистые 33.  
Корма сочные 33.  
Корнедробилки 41.  
Коробка огневая 207.  
Коррозионная среда 80.  
Коррозия газовая 99.  
Коррозия интеркристаллитная (интеркристаллическая) 73.  
Корчевальная машина французская 111.  
Кость булыжная 125.  
Кость гиппопотамовая 133.  
Кость гусачная 125.  
Кость «Дудки» 125.  
Кость земляная 125.  
Кость каракатицы 131.  
Кость кашалотовая 133.  
Кость моржовая 133.  
Кость мусорная 125.  
Кость нарваловая 133.  
Кость полевая 125.  
Кость слоновая животная 131—132.  
Кость слоновая искусственная 132, 137.  
Кость слоновая растит. 132, 135.  
Кость счетная 125.  
Костяная бирюза 131.  
Костяная брекчия 125, 130.  
Костяная земля 128.  
Костяная зола 128.  
Костяная чернь 377.  
Костяное масло 142.  
Костяной уголь 129.  
Котельные установки 289.  
Кофе бразильский 333.  
Кофеин 333.  
Кофейное дерево 332.  
Кочегарная площадка 255.  
Копка (корчевание) 114.  
Коэффициент ассоциации 600.  
Коэффициент диссоциации 600.  
Коэффициент обратной связи 790.  
Коэффициент развешивания 302.  
Коэффициент усиления лампы 774.  
Крabbование 337.  
Кран башенный поворотный 342.  
Кран велосипедный 343.  
Кран литейный 342.  
Кран настенный поворотный 341.  
Кран спускной 249.  
Краны катушечные 339.
- Краны козловые 340.  
Краны консольные 340.  
Краны мостовые 339.  
Краны поворотные 340.  
Краны пробные 249.  
Крап 395, 758.  
Крапалк 396, 758.  
Краповый цвет 758.  
Красильные барки 345.  
Красильные котлы 345.  
Красильные машины 344.  
Красители 381.  
Красители адъективные 484.  
Красители акридиновые 451, 455.  
Красители альголевые 417, 423.  
Красители антрахиновые 395.  
Красители антримидные 418, 424.  
Красители безизофонные 394.  
Красители галловые 445.  
Красители гелинодоновые 525.  
Красители гидразонпиразолоновые 430.  
Красители гириновые 526.  
Красители дегтярные 402.  
Красители диаминотрифенилметановые 452.  
Красители дифенилметановые 460.  
Красители имедиалевые 449.  
Красители ингресивные 503.  
Красители индигоидные 409.  
Красители каменноугольные 402.  
Красители карбоциклические 427.  
Красители катехиновые 393.  
Красители катигеновые 449.  
Красители кетониамидные 460.  
Красители кислотные 418, 482, 495.  
Красители криогеновые 449.  
Красители ксантоновые 451, 457.  
Красители ксантоновые 394.  
Красители кубовые 418, 483, 490, 522.  
Красители ледяные 435, 483, 527.  
Красители лилолевые 435.  
Красители мезофенилксантоновые 458.  
Красители метиленхинонимидные 409.  
Красители метиленхиноновые 409.  
Красители метинацетофеноновые 382.  
Красители моногенетические 484.  
Красители нафтохиноновые 414.  
Красители неолановые 516.  
Красители неосазновые 442, 445.  
Красители оксibenзофеноновые 394.  
Красители оксикетонные 459.  
Красители окситрифенилметановые 454.  
Красители основные 516.  
Красители палатиновые прочные 516.  
Красители пирогиеновые 449.  
Красители пиронциновые 457.  
Красители полигенетические 484.  
Красители полиметининовые 382.  
Красители протравные 482, 491, 506.  
Красители сернистые 446, 449, 483, 490.  
Красители смоляные 402.  
Красители соляные 500.  
Красители стильбенные 440.  
Красители субстантивные для хлопка 482, 484, 499.  
Красители тиазиновые 442, 446.  
Красители тиазолевые 449.  
Красители тионовые 449.  
Красители триаминотрифенилметановые 453.  
Красители трифенилметановые 450.  
Красители флавилиевые 390.  
Красители флавоновые 384.  
Красители халлоновые 383.  
Красители хинолиновые 460.  
Красители хинолидиразонные 409.  
Красители хинолинимидные 409.  
Красители хинонимидные 409.  
Красители хиноновые 408, 409.  
Красители хиноокспимные 409.  
Красители холодные 483, 527.  
Красители хромпировочные 483, 513.  
Красители целлюлозные 547.

- Красители целлюлозно-прочные 547.  
 Красители оклипсовые 449.  
 Красители янусовые 434.  
 Краска аспидная серая 377.  
 Краска берлинская коричневая 375.  
 Краска веронская желтая 367.  
 Краска висмутовая белая 365.  
 Краска гуминовая 376.  
 Краска железная коричневая 375.  
 Краска касельская желтая 367.  
 Краска каштановая коричневая 379.  
 Краска кобальтовая желтая 368.  
 Краска кобальтовая коричневая 376.  
 Краска кобальтовая красная 370.  
 Краска кобальтовая фиолетовая 378.  
 Краска марганцевая коричневая 375.  
 Краска марганцевая фиолетовая 378.  
 Краска медная фиолетовая 378.  
 Краска неаполитанская желтая 367.  
 Краска оловянная белая 365.  
 Краска постоянная белая 365.  
 Краска свинцовая коричневая 375.  
 Краска сурьмяная белая 365.  
 Краска хромовая желтая 367.  
 Краска хромовая коричневая 376.  
 Краска цинковая белая 365.  
 Краска цинковая желтая 368.  
 Краски акварельные 362.  
 Краски восковые 363.  
 Краски железноокисные 369.  
 Краски земляные 379.  
 Краски канифолиные 374.  
 Краски клеевые 362.  
 Краски масляно-лаковые 363.  
 Краски масляные 362.  
 Краски медовые 362.  
 Краски нефтяные 374.  
 Краски силикатные 363.  
 Красный прочный 438.  
 Красный хром 369.  
 Кратные точки 591.  
 Крахмал воздушный 480.  
 Крахмал кусковой 480.  
 Крахмал лучистый 480.  
 Крахмал травяноорский 480.  
 Крахмальное число 468.  
 Крашение адсорбционное 489, 513.  
 Крашение бумаги 552.  
 Крашение джута 541.  
 Крашение замши 558.  
 Крашение искусственного шелка 546.  
 Крашение искусственной шерсти 544.  
 Крашение кардной ленты и ровницы 536.  
 Крашение кожи 555.  
 Крашение льняное 490.  
 Крашение льна 540.  
 Крашение меха 558.  
 Крашение минеральными красками 490.  
 Крашение основы 538.  
 Крашение пеньки 541.  
 Крашение полульняных тканей 550.  
 Крашение полущелка 550.  
 Крашение подшерсти 549.  
 Крашение пряжи в мотках 536.  
 Крашение пунцовое 510.  
 Крашение смешанных волоконистых материалов 548.  
 Крашение топса 543.  
 Крашение хлопка 535.  
 Крашение хромового ойюнка 558.  
 Крашение чулок и трикотажа 538.  
 Крашение шевро 558.  
 Крашение шелка 544.  
 Крашение шелковых тканей 545.  
 Крашение шерсти 542.  
 Крезалол 561.  
 Крезилит 561.  
 Крезол 585.  
 Крезотин 561.  
 Крезотиновые кислоты 561.  
 Крекинг-процесс 566, 570.  
 Крекинга кубовые системы 567.  
 Кремневая кислота 582.  
 Кремнезем 582.  
 Кремнефтористоводородная кислота 581.  
 Кремний четыреххлористый 581.  
 Кремы глицериновые 116.  
 Кремы жидкие 116.  
 Кремы жирные 116.  
 Крозотовое масло 586.  
 Кривая алгебраическая 591.  
 Кривая биполярная 627.  
 Кривая спиоцентральная 627.  
 Кривая трансцентральная 591.  
 Кривошипы антипараллельные 587.  
 Кривые Фрепеля 597.  
 Криогеновый коричневый 449.  
 Кристаллизационная люлька 612.  
 Кристаллический фиолетовый 454.  
 Кристаллооптика 620.  
 Кристалло-химический анализ 622.  
 Кригическая температура 623.  
 Критический коэффициент 624.  
 Критический объем 623.  
 Критическое давление 623.  
 Кривавик 655.  
 Кровля гонтовая 680.  
 Кровля древесноцементная 685.  
 Кровля железная 685.  
 Кровля стеклотонная 687.  
 Кровля тесовая 680.  
 Кровля толевая 685.  
 Кровля черепичная 683.  
 Кровля шиферная 683.  
 Криваяная мука 639, 645.  
 Крон желтый 533.  
 Крон оранжевый 533.  
 Крон фиолетовый 378.  
 Кроциновый алый 439.  
 Крутизна 777.  
 Крушатник 674.  
 Крюммер 734.  
 Ксантогеновая кислота 692.  
 Ксантогеновый метод 693.  
 Ксантоны 425, 427.  
 Ксантопуридин 396.  
 Ксантопуридинкарбонная кислота 396.  
 Ксантофилл 399.  
 Ксиленовый зеленый 453.  
 Ксиленовый красный 458.  
 Ксиленол 585, 699.  
 Ксилидины 698.  
 Кубовое крашение 699.  
 Куделеприготовительные машины 699, 930.  
 Кужель 699.  
 Кукутунное масло 736.  
 Куркумин 398, 739.  
 Куркумовое эфирное масло 739.  
 Лаванда 751.  
 Лазы 251, 254.  
 Лак ализариновый 492.  
 Лак гарасовый 758.  
 Лакки 491.  
 Лакки «Дюраль» 78.  
 Лакки «Инертол» 78.  
 Лакки «Кузбас» 78.  
 Лакки Роберта 759.  
 Лаккановая кислота 397.  
 Лактамы 765.  
 Лактиды 765.  
 Лампа электронная темная 768.  
 Ламповый приемник любительский 830.  
 Лампы безэлектродные индукционные 861.  
 Лампы газонаполненные 844.  
 Лампы накаливания 832.  
 Лампы неоновые дуговые 858.  
 Лампы Нерста 837.  
 Лампы пустотные 839.  
 Лампы ртутные дуговые 855.  
 Лампы с вольфрамовой дугой 852.  
 Лампы с вольфрамовой нитью 838.  
 Лампы с металлизированной угольной нитью 837.  
 Лампы с осмиевой нитью 838.  
 Лампы с танталовой нитью 838.  
 Лампы с угольной нитью 836.  
 Лампы с циркононой нитью 838.  
 Лампы тлеющего разряда 862.  
 Лампы точечные 853.  
 Лампы электролюминесцирующие 853.  
 Ланугиновая кислота 496.  
 Лапахол 397, 398.  
 Латунное литье 865.  
 Латунь 82.  
 Латунь алюминиевая 865.  
 Латунь ванадиевая 865.  
 Латунь кремнистая 83.  
 Латунь морская 864.  
 Латунь никелевая 865.  
 Легенда 654.  
 Лед искусственный 873.  
 Лед кристаллический 872.  
 Лед натуральный 873.  
 Ледники для посола рыбы 875.  
 Ледниковый лед 868.  
 Ледогенератор 872.  
 Ледоделательная машина 872.  
 Ледоделательный завод 873.  
 Ледоколы-поромы 888.  
 Ледорезы 888.  
 Ледяной пояс 882.  
 Ледяные формы 872.  
 Ледяные ящики 883.  
 Леканорная кислота 399, 400.  
 Лемниската Бернулли 595.  
 Ленгты 936, 939.  
 Ленгты штриховые 935.  
 Лепиди 460.  
 Лестница подвесная 947.  
 Лестницы раздвижные 946.  
 Липоин 399.  
 Липоное искусственное масло 924.  
 Линиодиаграф Хьюса 583.  
 Листа машина 109, 111.  
 Литолевый красный 436.  
 Литолевый прочноалый 435.  
 Лоанда 863.  
 Ломатил 397, 398.  
 Ломы-пещни 869.  
 Лопарь 14.  
 Лопасты 883.  
 Лотофлави 385, 387.  
 Луга 33.  
 Луговодство 34.  
 Лутеолин 385, 387.  
 Лучеиспускание 184.  
 Льюдодробилки 893.  
 Люки 254.  
 Лючки 166, 217.  
 Магдала красный 444.  
 Магнезит каустический 693.  
 Магнезия 374.  
 Макгурин 394.  
 Макроструктура 709.  
 Мальсбурга машина 109.  
 Маниона 480.  
 Марганцевая зелень 372.  
 Марена 395.  
 Марциуса желтый 430.  
 Масла для волос 117.  
 Масло кукурузное 478.  
 Масспют 367.  
 Махе единица 750.  
 Машина полировальная 669.  
 Машина соляная 348.  
 Медвежина 674.  
 Медная зелень 371.  
 Медь 82.  
 Мега 468.  
 Меловка 511.  
 Мельдоло голубой 445.  
 Мениск 625.  
 Мера накала 770.  
 Металл Дюрана 83.  
 Металл защитный 78.  
 Метакремневая кислота 582.  
 Метаниловый желтый 438.  
 Метиленовый голубой 446.  
 Метиленовый зеленый 446.  
 Метиллионон 924.  
 Метиловый гелиотроповый 444.  
 Метиловый зеленый 454.  
 Метиловый фиолетовый 454.  
 Метиловый эфир ализарина 396.  
 Метилэозин 459.  
 Механизм двукоромысловый 587.  
 Механизм двукривошипный 587.  
 Механизм кривошипно-коромысловый 587.  
 Механизм кулачковый 728.  
 Механизм спарный 587.  
 Механизм толкательный 727.  
 Механизм четырехзвенный шарнирный 587.  
 Мидель-шпангоут 887.  
 Микрокури 749.

- Миллижюри 749.  
 Миллимикронжюри 749.  
 Мильная машина 109.  
 Мицеллы отрубей 118.  
 Минеральная синь 373.  
 Минос 908.  
 Мирицитин 385, 387, 388.  
 Миртилидин 393.  
 Мовенин 444.  
 Модуль сдвига 670.  
 Монка 333.  
 Молоко крахмальное 468, 478.  
 Молот падающий 710.  
 Молот паровой 710.  
 Молоты свайные 19.  
 Момент крутящий 669.  
 Моноокрасители 437.  
 Моноокс 583.  
 Морин 385, 387, 388.  
 Мориндон 396.  
 Морозин 123.  
 Мост разгрузочный 340.  
 Муар 942.  
 Мука картофельная 480.  
 Мука тиковая 480.  
 Мука тиковая 480.  
 Мука тикуровая 480.  
 Мумия 370.  
 Мумфорд питательный авто-  
 мат 283.  
 Муни-металл 83.  
 Мялка 929.
- Набивка ленты 942.**  
**Наждак 107.**  
**Напряжение поверхности нагре-  
 ва 182.**  
 Нарпагенин 383.  
 Настойка лакмусовая 764.  
 Нафтазарин 415.  
 Нафтол AS 531.  
 Нафтолирование 531.  
 Нафтоловый желтый 430.  
 Нафтоловый зеленый 429.  
 Нафтоловый сине-черный 439.  
 Нафтоловый черный 439.  
 Нафтолы 435, 491, 511.  
 Нафтохиноновые красители 397.  
 Невидимочувствительные тела 403.  
 Нигер 863.  
 Нигрозины 445.  
 Никлосса котлы паровые 220.  
 Нильский голубой 445.  
 Нитрид кремния 582.  
 Нитроокрасители 429.  
 Нитроксилолы 698.  
 Нитротолуол 115.  
 Нихром 106.  
 Ноды 629.  
 Ножи бильные 929.  
 Нудин 397, 398.  
 Нухательные соли 118.
- Обмуровка 252.**  
**Обшивка наружная 884.**  
**Овалы Кассини 595.**  
**Огарки 496.**  
 Огневая линия 183.  
 Ограничители 54.  
 Одонтолит 131.  
 Оживка 511, 546.  
 Окислы кремния 582.  
 Окись хрома 372, 534.  
 Оксиксилолы 609.  
 Оксиалкон 386.  
 Олибанум 755.  
 Онинин 393.  
 Опалка 941.  
 Оранжевый 438.  
 Орсейль 764.  
 Орсеиновая кислота 400.  
 Орсин 399, 400.  
 Ортокремневая кислота 582.  
 Осадка 879.  
 Осцилляционная теория 404.  
 Отмочка пряжи 511.  
 Отстойник 219.  
 Охлаждение безмашинное 892.  
 Охра 368.  
 Опичкование 78.  
 Очистка котлов паровых 256.
- Пакли 929.**  
**Палубная настилка 884.**  
**Палубы 884.**  
**Пальцы (поперечины) 943.**
- Паракоричневый 532.  
 Паракрасный 435, 530.  
 Парапигментный крас-  
 ный 530.  
 Парафуксин 453.  
 Парижская синь 373.  
 Паромеры 321.  
 Паропроизводительность 182.  
 Паросборник 197.  
 Пассивность 72.  
 Пассир 511.  
 Пастбища 33.  
 Пастель 361, 363.  
 Патрубки 251.  
 Пеларгонидин 391, 393.  
 Пенные аппараты (красиль-  
 ные) 356.  
 Пентоды 767.  
 Пенсы (ватка) 938.  
 Перекись марганца 375.  
 Переплетение атласное 939.  
 Переплетение саржевое 939.  
 Перкина синтез 735.  
 Персио 764.  
 Печи копильные 28.  
 Печи электрические 708.  
 Пигменты 402, 484.  
 Пикриты 115.  
 Пикрозритрин 400.  
 Пинавердол 461.  
 Пинацианол 461.  
 Пинит 30.  
 Пинкоффин 758.  
 Пипера машина 109.  
 Пирантрон 427.  
 Пироген-индиго 449.  
 Пирогеновый синий 449.  
 Пирролидон 765.  
 Питатель транспортирующий 929.  
 Пиури (Piuiri) 395.  
 Планки бильные 929.  
 Пленки защитные 72.  
 Плюсование 358.  
 Плюсовка 358.  
 Плюсы 358.  
 Поверхность нагрева 182.  
 Поверхность экранная 184.  
 Подъем судна 879.  
 Подъемники (для льда) 893.  
 Покрытия 78.  
 Покрытия керамические 79.  
 Поликремневые кислоты 582.  
 Полиметинное строение (тео-  
 рия) 406.  
 Полиметинные красители 398.  
 Помпы пожарные 884.  
 Помпы трюмные 884.  
 Помпы циркуляционные 884.  
 Порошок полпробальный 655.  
 Постоянная красная 759.  
 Потенциал вылета 769.  
 Прибор регистрирующий 321.  
 Привеливание 544.  
 Примулин 449.  
 Прицельное приспособление 886.  
 Прогорьвание масла 43.  
 Продел 666.  
 Продувка 250.  
 Проницаемость 774.  
 Пропажник 667.  
 Проскураина 674.  
 Пространство водяное 182.  
 Пространство паровое 182.  
 Пространство топочное 182.  
 Протектор 79.  
 Противооткатное приспособле-  
 ние 865.  
 Протравка кислая 494, 518.  
 Протравка метакромовая 516.  
 Протравка серная 518.  
 Протравка хромовая 512.  
 Проходной аппарат 358.  
 Прочный зеленый 429.  
 Пуночный кристаллический 438.  
 Пурпур древних 401.  
 Пурпурин 396, 419, 421.  
 Пурпуринкарбонавая к-та 396.  
 Путанина (кудель) 700.  
 Пюс 530.
- Рабочая площадка 946.**  
**Равнобочный шарнирный 588.**  
**Радиация проникающая 121.**  
**Рамнази 385, 387.**  
**Рамнетин 385, 387.**
- Расчет тепловой котельной уста-  
 новки 292.  
 Реальгар 370.  
 Ревень 396.  
 Регулятор Конес 267.  
 Регуляторы перегрева 267.  
 Резорфин 445.  
 Рейн 396.  
 Рейль обескровливания 636.  
 Реонин 457.  
 Решетка ионная 605.  
 Решетка охлаждающая 224.  
 Решетка пространственная 603.  
 Решетки гексагональные 604.  
 Решетки кубические 604.  
 Решетки моноклинные 604.  
 Решетки ромбические 604.  
 Решетки ромбоэдрические 604.  
 Решетки трапециевидные 604.  
 Решетки триклинные 604.  
 Решетки трубные 179.  
 Рибенит 654.  
 Рог рыбы-меч 132.  
 Родамин S 457.  
 Родамины 451, 458.  
 Родоксантин 399.  
 Родолы 458.  
 Розамины 451, 458.  
 Розанилин 450.  
 Розиндулин 444.  
 Розоловая кислота 454.  
 Рубиадин 396.  
 Рубин 107.  
 Руда красная свинцовая 655.  
 Руда хромовая свинцовая 655.  
 Руфигаллол 418, 421.  
 Рубель бронза 865.
- Сажа виноградная 377.**  
**Сажа русская 377.**  
**Сажа франкфуртская 377.**  
 Салон 883.  
 Салоциркуляция рассола 894.  
 Сапфир 107.  
 Сафранин T 442.  
 Сахар фунтовый 867.  
 Сварка водяным газом 151.  
 Сварка обечек 150.  
 Сверление дыр (для труб) 167.  
 Свет Мура 859.  
 Свинц 85.  
 Свинец сернокислый 365.  
 Свинец хлористый 365.  
 Связи алкерные 203.  
 Сепараторы кровяные 645.  
 Сернистый черный 449.  
 Сиенна 368.  
 Сикрит 115.  
 Силаны 581.  
 Силикагель 582.  
 Силикаты 582.  
 Силикометан 581.  
 Силикозтан 581.  
 Силициды 580.  
 Силудд 582.  
 Сингония 617.  
 Синий сернистый 447.  
 Синий толуиловый 441.  
 Синий феиленовый 441.  
 Силькалы желтые 651.  
 Скарификаторы 734.  
 Склады топлива 298.  
 Сливочное масло 42.  
 Смесители холодные 610.  
 Снеговая шуба 893.  
 Соли для ванн 118.  
 Солидоген 504.  
 Солека пражы 510.  
 Сорбузин 399.  
 Сореля цемент 693.  
 Состояние новариантное 626.  
 Спайность 621.  
 Спандолитин 764.  
 Спарник 587.  
 Спастельная помпа 884.  
 Спекулярит 656.  
 Спинодаль 627.  
 Спираль гиперболическая 597.  
 Спираль логарифмическая 597.  
 Спиртовый синий 454.  
 Силывы алюминийные 85.  
 Силывы железные 80.  
 Силывы железокремнистые 81.  
 Силывы железоникельхромис-  
 тые 82.  
 Силывы железохромистые 81.

- Сплавы медноникелевые 84.  
 Сплавы медные 82.  
 Сплавы свинцовые 85.  
 Стали жароупорные 105—106.  
 Стали хромоникелевые аустенитные 106.  
 Сталь высокохромистая 83, 105.  
 Сталь высокохромоникелевая 84.  
 Сталь мягкая 105.  
 Сталь силикохромовая 105.  
 Сталь силикохромоникелевая 106.  
 Сталь твердая 105.  
 Стекло жидкое 583.  
 Стенки плоские 117.  
 Стол кормовой 40.  
 Стремянки 949.  
 Стригальные машины 941.  
 Стрингер 884.  
 Стропила 677.  
 Суконовый красный 439.  
 Сукцинеины 457.  
 Сульфид кремния 582.  
 Сульфонцианин 439.  
 Сухая кровь 639, 645.  
 Сухопарник 197.  
 Сучильные аппараты 939.  
 Сушилка Ангела 474.  
 Сушилка фестонная 546, 554—555.  
 Сушилки 648.  
 Счетчик суммирующий 321.  
 Сыворотка кровавая 639, 640.
- Таксородин** 399.  
 Ташиока 480.  
 Тартразин 430.  
 Твердость кристаллов 621.  
 Темпера 362.  
 Тент 719.  
 Теория локальных элементов 70.  
 Термодинамич. активность 600.  
 Тетразокрасители 438.  
 Тиюиндиг 448, 525.  
 Тиюиндиг алый 414.  
 Тиюиндиг зеленый 413.  
 Тиюиндиг красный 413.  
 Тиюиндиг оранжевый 413.  
 Тиюксантоны 425, 427.  
 Тиюин 446.  
 Тол 115.  
 Толуиленовый красный 442.  
 Томпак 864.  
 Топливообнажение котельных установок 297.  
 Топс 355, 543.  
 Торос 881.  
 Точки перегиба 591.  
 Травосеяние полевое 34.  
 Травы кормовые 33.  
 Трактриса 596.  
 Трауматол 561.  
 Треншлелдер Яна 469, 473.  
 Трещальный аппарат 929.  
 Треста 929.  
 Трехвалки 380.  
 Триоды 767.  
 Триазокрасители 439.  
 Тропеолин 438.  
 Трубичка 640.  
 Трубка анкерная дымогарная 203.  
 Трубки дымогарные 204.  
 Трубки кипятильные 210.  
 Трубки неоновортутные 856.  
 Трубки неоновые 856, 860.  
 Трубы волнистые жаровые 161.  
 Трубы волнистые циркуляционные 170.  
 Трубы жаровые 160, 176, 198—200.  
 Трубы цельнотянутые 180.  
 Трясилки 930.  
 Туалетные воды 118.  
 Турмерик 739.  
 Турбуллизера синь 373.  
 Тяга 307.
- Угол** отсечки гока 788.  
 Уголь краповый 758.  
 Угольные ямы 883.  
 Удельное испускание 770.  
 Уюовка 707.  
 Ультрамарин 373.  
 Ультрамарин желтый 368.  
 Ультрамарин зеленый 372.
- Ультрамарин фиолетовый 378.  
 Умбра 375.  
 Уморение 559.  
 Управляющее напряжение 774.  
 Утон шенилвей 940.  
 Утонение ленты 936.  
 Ушани 943.
- Фактор** пустотности 778.  
 Фалунит 30.  
 Фарнуера фрикционная машина 109.  
 Фасовка 120.  
 «Фатлес» машина 109.  
 Фенантрехинон 428.  
 Фенилрозиндулин 443.  
 Фенилфенопирили 390.  
 Фенолфталеин 455, 459.  
 Феофитин 401.  
 Ферроцианид калия 651, 653.  
 Фиделитивность 815.  
 Физетин 385, 387.  
 Филлоксантин 399.  
 Филлородин 399.  
 Фильда трубя 219.  
 Фиолетовый Дебнера 452.  
 Фиолетовый Лаута 446.  
 Фиолетовый прочный 439.  
 Фисалин 399.  
 Флаванилин 461.  
 Флавантрон 426.  
 Флавилил 390.  
 Флавиндулин 442, 444.  
 Флавоин 384, 386.  
 Флавонол 384, 386.  
 Флавонон 386.  
 Флавопурупурин 419, 420.  
 Флавоэозин 457.  
 Флеминга вентиль 768.  
 Флоксин 459.  
 Флоретин 383.  
 Флорол 585.  
 Флоры 884.  
 Флуктуации 626.  
 Флуоресценция 459.  
 Фокса жаровые трубы 200.  
 Формиловый фиолетовый 454.  
 Формы подвижные 949.  
 Формы ползучие 949.  
 Фосфин 457.  
 Франгулоэомодин 396.  
 Фрейндлиха уравнение 487.  
 Фреска настоящая 361.  
 Фруктоза 867.  
 Фталенины 451, 459.  
 Фтористый кремний 581.  
 Фторосиликаты 781.  
 Фуксин 450, 453.  
 Фуксин кислотный 454.  
 Фуксин новый 453.  
 Фуксонимин 450.  
 Фулярдная машина 358.  
 Фундаменты судовых котлов 285.
- Халва** 736.  
 Халконы 383.  
 Хвалевка 736.  
 Хинализарин 419, 421.  
 Хинальдин 460.  
 Хинизарин 419.  
 Хиноидное строение (теория) 404.  
 Хинолин 460.  
 Хинолиновый желтый 460.  
 Хинофталон 460.  
 Хиноцианин 461.  
 Хладонцики 878.  
 «Хлопушка» 288.  
 Хлорофилл 401.  
 Хоудена искусственная тяга 281.  
 Хризазин 419, 420.  
 Хризин 385, 387.  
 Хризойдин 434, 437, 532.  
 Хризофановая кислота 396.  
 Хризофенин 438.  
 Хром баритовый 368.  
 Хром прочножелтый 438.  
 Хром пинновый 368.  
 Хроманс бронза 82.  
 Хромирование 78, 515.  
 Хромовокадмиевая желтая 367.  
 Хромовые зелени 372.  
 Хромовые плюсы 513.
- Хромогены 403.  
 Хроморубин 455.  
 Хромотроп 434, 438.  
 Хромовая теория 403.  
 Хромифоры 403.
- Целлитазоли** 547.  
 Цепная линия 596.  
 Церуленны 459.  
 Цианантрон 428.  
 Цианилин 390, 391, 393.  
 Цианин 390.  
 Циба алый 414.  
 Циба геллотроп 414.  
 Циба красители 525.  
 Циба красный 413.  
 Циба серый 414.  
 Циба фиолетовый 414.  
 Циклоиды 595.  
 Цикорейл 335.  
 Цикорий 334.  
 Цинкграу серая 377.  
 Циннамаль 32.  
 Циркуляция рассола побудительная 895.  
 Цистерны креновые 883.  
 Цитраль 923, 924.
- Часы** паровые 321.  
 Черлядь 374.  
 Черный анили 483.  
 Черный Видала 449.  
 Чесаец 699.  
 Чикаго-красители 440.
- Шаблон** 21.  
 Шампунь 118.  
 Шафар индийский 739.  
 Швейнфуртская зелень 371.  
 Швингтурбина 929.  
 Шифер шаблонный 683.  
 Шкафы копильные 29.  
 Шкафы-холодильники 877.  
 Шмальта 373.  
 Шоопирование 78.  
 Шапат 931.  
 Шпангоут 878, 884.  
 Шпации 883.  
 Шпильки 933.  
 Штулы уточные 941.  
 Штуцер соединительный 165.  
 Шустера машина 109, 111.
- Щелочной** голубой 454.  
 Щетка 941.
- Эрофен** 561.  
 Эжектор мусорный 288.  
 Эйксантон 394.  
 Экранирование 781.  
 Экстираторы 734.  
 Экстракты краповые 758.  
 Электрическая сварка 151.  
 Эллаговая кислота 398.  
 Эльзаасский желтый 429.  
 Эмали 104.  
 Эман 750.  
 Эмульсии 116.  
 Энкаустика 363.  
 Эозин алый 459.  
 Эпициклоиды 595.  
 Эрвеко желтый 427.  
 Эрвеко-кислотный ализариновый красный 422.  
 Эриохромцианин 455.  
 Эритрозин 459.  
 Эритролин 764.  
 Эритролитмин 764.  
 Эстакада 871.  
 Этиловый красный 641.  
 Этилоэозин 459.  
 Этиопорфирин 401.  
 Эфиры внутренние 764.
- Юглон** 397—398.
- Ямы** угольные 287.  
 Янусовый красный 434.  
 Ярдаин 68.  
 Яркий зеленый 452.  
 Яркий синий прочный 435.  
 Ярь-медянка 371.